

Schöpfungs Gedanken

von

Heinrich Baumgärtner

Wagner'sche Buchhandlung

in

FREIBURG.

Lithographie v. A. Straub i. Freiburg

Schöpfungsgedanken.

Physiologische Studien für Gebildete.

Erster Theil.

Der Mensch.

Von

Dr. K. H. Baumgärtner,

Professor der Medicin zu Freiburg, Großherzoglich Badischem Geheimen Hofrathe, Ritter des Zähringer Löwenordens, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied und Ehrenmitgliede.

Freiburg.

Friedrich Wagner'sche Buchhandlung.

1856.

Der Mensch.

Lebensprozesse, Schöpfung und Bestimmung.

Von

Dr. K. H. Baumgärtner.

Mit zwei Tafeln Abbildungen.

Freiburg.

Friedrich Wagner'sche Buchhandlung.

1856.

Schnellpressendruck von H. M. Poppen in Freiburg i. B.

Vorrede.

Es entstand das vorliegende Werk zunächst aus meinen Untersuchungen über den Mechanismus der Herzklappen. Ich fand diese Vorrichtungen so außerordentlich schön, daß ich mir vorstellte, die Kenntniß hiervon dürfte einem Mechaniker vom Fache große Freude gewähren, und ich erkannte dieselben aus dem Grunde als Gegenstand von allgemeinem Interesse, weil überall diese Einrichtungen in so hohem Grade dem Zwecke entsprechen, und ihrer Betrachtung daher Ideen von höchster Wichtigkeit, beinahe von selbst, sich anschließen. — Ich versuchte also eine, Allen faßliche, Darstellung des Herzbaues zu entwerfen. — Von diesem, wie ich glaube, mir geglückten Versuche ging ich zur Untersuchung anderer mechanischen Einrichtungen und von ihnen selbst zu den, schwerer faßlichen, über Thierchemie und zu andern Theilen der Physiologie über.

Auf diese Weise baute sich allmälig der erste Theil dieses Werkes auf und wurde zu einer, für die Gebildeten geschriebenen Physiologie, welche, da sie überall die Zwecke des Vorhandenen zu verfolgen strebt, (teleologische Methode) nicht allein die Untersuchung der einzelnen Körpereinrichtungen zu ihrem Gegenstande haben

konnte, sondern nothwendig zugleich den Zweck des Ganzen, die Bestimmung des Menschen selbst, zum Ziele der Forschung sich setzen mußte.

Die herrlichen Wahrnehmungen, welche ich auf diesem Wege der Forschung zu sammeln Gelegenheit hatte, und die wichtigen Schlüsse, welche sich aus ihnen ableiten ließen, veranlaßten mich endlich, selbst über das meiner Arbeit gesteckte Ziel, die Physiologie des Menschen, hinauszugehen, und die Natur, oder die Welt im Ganzen, zum Gegenstand der Betrachtung zu wählen. — Die hierauf Bezug habenden Untersuchungen werden den zweiten Theil dieses Werkes bilden.

Ich gebe dem Gesammtwerke den Titel Schöpfungsgedanken, weil in demselben die Darstellung der Naturgegenstände nicht blos eine beschreibende werden soll, sondern zugleich die Entstehungsweise und der Zweck derselben, also der Gedanke, der in den Schöpfungswerken liegt, erforscht werden soll. — Gerade durch diese Art der Bearbeitung kann ein Werk über die Natur im höchsten Grade Interesse erregend für den Denkenden werden, und einen großen Einfluß auf den Gang der Ideen im Ganzen ausüben. — Ich hoffe, daß das vorliegende Werk diese große Bestimmung der Physiologie theilweise zur Erfüllung bringen wird.

Die hier vorliegende populäre Physiologie und mein Lehrbuch der Physiologie bilden zwar in sich abgeschlossene Werke, aber ergänzen sich doch gegenseitig, indem jedes für sich gelesen und verstanden werden kann, und einen Ueberblick über das Wissenswerthe vom mensch-

lichen Organismus gibt, aber jedes, einen andern Zweck verfolgend, einen andern Inhalt als das andere zeigt, indem das Lehrbuch mehr einzelne Thatsachen und vorzüglich das für die praktischen Zwecke des Arztes Brauchbare, und das jetzt erscheinende Werk, das den gebildeten Menschen im Allgemeinen Interessirende enthält. Auch habe ich beinahe immer in dem neuen Werke eine andere Methode der Untersuchung gewählt, was, wenn dieselbe zu dem nämlichen Ergebniß, wie die der früheren, führte, nur dazu dienen konnte, die Wahrheit um so klarer hervortreten zu lassen.

Ich habe mich häufig in dem vorliegenden Werke auf Abbildungen in meinem physiologischen Atlas bezogen, was für Diejenigen, die im Besitze dieses Werkes sind oder eine Einsicht in dasselbe zu nehmen Gelegenheit haben, den Vortheil gewährt, daß ihnen die Darstellung deutlicher wird. Ich habe mich übrigens überall bemüht, daß auch ohne die Abbildungen meine Beschreibungen der Gegenstände verstanden werden können.

Derjenige, welcher meinen physiologischen Arbeiten einigermaßen gefolgt ist, wird erkennen, daß von meiner ersten Arbeit an „Beobachtungen über die Nerven und das Blut, 1830" bis zu dem vorliegenden Werke meine Untersuchungen zu einer stets fortschreitenden Entwicklung desselben Hauptgedankens geführt haben. Schon in dem so eben erwähnten Werke, also 9 Jahre vor Schwann's Zellentheorie, sind die Dotterspaltungen bis zur Entstehnng der Bildungszellen für die Gewebe von mir verfolgt und in zahlreichen Abbildungen dargestellt wor-

den, und in einem Beispiel habe ich selbst die Umwandlung einer Art dieser Bildungszellen zum vollendeten Körpertheil, nämlich die des Blutkörperchens, beschrieben. Im Jahre 1835 gab ich diesen kleinen Bildungsherden, aus welchen ich den ganzen Körper zusammengesetzt erkannte, den Namen Bildungskugeln, und im Jahre 1845 suchte ich zum erstenmale die ganze Embryonalanlage aus den Dotterspaltungen zu erklären. Die Lehre, daß diese Vorgänge ihrem Wesen nach in Polarisationen bestehe, ist in dem Grundgedanken ebenfalls schon in meinem Werkchen über die Nerven und das Blut ausgesprochen worden. Die Lehre endlich von dem Emporsteigen der Geschöpfe durch Metamorphosen der Keime in den Schöpfungsperioden habe ich zum erstenmal in meinem Lehrbuche der Physiologie vorgetragen.

Nach den so eben erwähnten, durch viele Jahre fortgesetzten Vorarbeiten glaubte ich endlich berechtiget zu sein, mich zu allgemeineren Betrachtungen über die Bewegungen in der organischen Natur zu erheben.

Freiburg im Mai 1856.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Der Mensch

und seine Bestimmung.

Eintheilung des Werkes.

Bei der Eintheilung dieser Naturlehre des Menschen (Physiologie) leiteten mich zwei Bestimmungsgründe: die Nothwendigkeit, die Lebenserscheinungen nach ihren wesentlichen Verschiedenheiten in einer bestimmten Reihenfolge zur Sprache zu bringen, und die Aufgabe, die ich den vorliegenden Untersuchungen setze, zu erforschen, ob leitende Gedanken in den Schöpfungswerken sich kund geben, und welche als solche zu betrachten seien. Da die Beurtheilung der Mittel und Wege, zu einem Ziele zu gelangen, durch die Kenntniß von dem Ziele selbst wesentlich erleichtert wird, so werde ich zuerst den vollendeten Körperbau (Organismus) und die Verrichtung der Theile, und sodann erst die Bildungsgeschichte zum Gegenstande der Betrachtung nehmen. Von diesen Untersuchungen vermögen wir zu Forschungen nach dem Künftigen emporzusteigen. Den ersten Abschnitt bilden demnach die Einrichtungen und die Lebensverrichtungen sämmtlicher Körpertheile, wie sie sich bei dem vollendeten Organismus vorfinden, und zwar

werden zuerst die Theile und die Verrichtungen, wodurch der Körper erhalten wird, also die pflanzlichen oder vegetativen Prozesse, und sodann die dem Thiere ausschließlich zukommenden Lebensäußerungen geschildert werden. In dem zweiten und dritten Abschnitte ist die Entwicklungsgeschichte des Menschen dargestellt, in dem ersteren die des Individuums, und in dem letzteren die des Menschengeschlechtes, nämlich die Schöpfungsgeschichte, so weit die Erschaffung des Menschen ihr Gegenstand ist. Der vierte Abschnitt endlich enthält Betrachtungen über die Bestimmung des Menschen. — Wo mechanische Einrichtungen in die Lebensverrichtungen eingreifen, habe ich aus dem Grunde dieselben immer zuerst und ausführlich dargestellt, weil sie vollkommen faßlich sind, und hier daher die Frage über eine, in den Einrichtungen zu erkennende Planmäßigkeit vielleicht am Leichtesten entschieden werden kann.

Erster Abschnitt.

Von dem vollendeten Organismus und der Bestimmung der einzelnen Theile.

Forschen wir nach den Zielen, welche die Natur durch die Einrichtungen des Organismus zu erreichen strebt, so sind dieselben offenbar zweifacher Art, erstens die Erhaltung des Individuums und der Thierart, und zweitens die Erfüllung der Bestimmung des Individuums und der Thierart, insbesondere bei dem Menschen, seine geistige Entwicklung und Wechselwirkung mit der Außenwelt.

Erstes Kapitel.

Von der Erhaltung des Individuums und der Thierart, oder von den vegetativen Verrichtungen.

Wenn wir die zur Erhaltung des Lebens getroffenen Einrichtungen betrachten, so muß uns zunächst der ununterbrochene Blutumlauf von Wichtigkeit erscheinen; denn wir wissen, daß ein großer Blutverlust augenblicklich den Tod herbeiführt. Es muß aber die Untersuchung des Gefäßsystems und des Blutumlaufes auch aus dem Grunde unsere Aufmerksamkeit schon im Anfange dieser Untersuchung auf sich ziehen, weil wir bei der ersten Betrachtung des Herzens erkennen, daß hier mechanische Vorrichtungen angebracht sind, die ein sehr willkommener Gegenstand für unsere Untersuchung über die Zweckmäßigkeit der Natureinrichtungen sein müssen, da sie der Prüfung durch unsern Verstand leicht zugänglich sind.

a. Von dem Gefäßsystem und dem Kreislauf des Blutes.

In den höheren Thieren besteht die interessante Einrichtung eines vollkommenen Kreisumlaufes des Blutes (von Harwey 1619 entdeckt). Bei dem Menschen strömt das Blut aus der linken Herzkammer in die große Körperschlagader (Aorta) und von ihr in die Zweigbahnen, ebenfalls Schlagadern (Arterien), nach den Theilen des Kopfes, denen der Brust, des Unterleibes und der Gliedmaßen. Von dem unteren Theile des Rumpfes an, hört nach unten eine gemeinschaftliche Bahn auf und es theilt sich die Aorta über dem Eingang des Beckens in zwei gleich große Aeste, welche das Blut, unter stets sich wiederholenden Verzweigungen, nach allen Partheien

des unteren Körpertheiles führen. Die Zweige der Gefäße werden endlich so schmal, daß viele von ihnen nur einem einzigen Blutkörperchen den Durchgang gestatten, weßhalb sie, wegen ihrer Feinheit, Haargefäße (Capillargefäße) genannt werden. Diese Haargefäße biegen sich um und geben dem Blutlaufe eine rückwärts, nach dem Herzen zu, gehende Strömung. Sie sammeln sich allmählig in größere Bahnen, welche Blutadern (Venen) genannt werden, und diese vereinigen sich zu immer größern Stämmen und endlich zur großen Hohlvene, welche das Blut in den rechten Vorhof des Herzens ergießt. Von diesem Raume strömt das Blut in die rechte Herzkammer und von ihr durch die Lungenschlagader nach der Lunge. Hier vertheilt sich der Blutstrom auf gleiche Weise, wie in dem übrigen Körper, indem sich die Lungenschlagader in immer kleiner werdende Zweige theilt, und das Blut endlich durch die Haargefäße der Lunge in rückführende Bahnen gelangt, welche sich zu größeren Venen vereinigen und zuletzt das Blut in den linken Vorhof des Herzens ergießen, von wo es wieder in die linke Herzkammer einströmt. (Vergleiche die Abbildung Nro. 1.) —

Man nennt die Blutströmung von der linken Herzkammer durch den Körper bis zum rechten Vorhof den großen Kreislauf, und die von der rechten Herzkammer durch die Lunge bis zum linken Vorhof den kleinen Kreislauf; es stellt aber weder der eine noch der andere einen vollkommenen Kreislauf, sondern nur einen Bruchtheil von einem solchen dar, indem erst die Bahnen beider zusammengenommenen einen vollkommenen Kreis oder vielmehr eine Anzahl von Ellipsen bilden, deren Bahnen auf der einen Seite in der Lunge, auf der andern in den Geweben des übrigen Körpers sich umbiegen und in der Mitte in zwei gemeinschaftliche Kanäle, (große Hohlader und große Schlagader mit den beiden seitlichen Herzhälften) sich sammeln.—

Eine Abweichung in der gewöhnlichen Vertheilung und Wiedervereinigung der Blutbahnen findet das aus den Haargefäßen des Magens und der Gedärme und der dazu gehörenden drüsigen Organe zurückkehrende Blut darin, daß dasselbe, nachdem es sich in größere Gefäße und zuletzt in die Pfordader gesammelt hat, von Neuem in kleine, bis zu Haargefäßen sich spaltende Zweige vertheilt wird, in diesen durch die Leber geleitet und nun wieder gesammelt und in die große Hohlvene und aus dieser zu dem Herzen und der Lunge geführt wird.

Es ist nun unsere Aufgabe, die wichtigern Einzeltheile der hier kurz beschriebenen Einrichtung zu untersuchen, um zu finden, zu welchen Zwecken sie für das Zustandekommen des Blutkreislaufes bestimmt sind, und sodann den Kreislauf selbst zu betrachten, um die Ziele zu erkennen, welche durch diese Vorrichtung erreicht werden sollen.

1. Ueber die Einzeltheile des Gefäßsystems und ihr Verhalten beim Blutkreislauf.

Das Herz.

In der Mitte unseres Körpers, etwas gegen den Kopf hingerückt, liegt ein Körpertheil, (ein Organ) der sein Dasein im gesunden Zustand uns nur zuweilen dadurch kund gibt, daß er bei gewissen Gemüthszuständen, namentlich dem Schrecken, und oft bei übermäßigen Körperbewegungen heftig gegen die Brustwandung anschlägt. Es ist jedoch nicht das menschliche Herz in seiner Beziehung zum Geistes- und Gemüthsleben der Gegenstand der jetzigen Besprechung, sondern das Herz als mechanisches Druckwerk, welches die Natur in unserem Körper angebracht hat, um den Säfteumlauf zu bewirken, oder ihn wenigstens zu unterstützen. Hierdurch erfüllt das Herz einen

höchst wichtigen Zweck, indem die höheren Thiere ohne den Blutumlauf nicht existiren können.

Daß das Herz eine Maschine der erwähnten Art (ein Druckwerk) ist, wird ganz leicht bei Versuchen an Thieren erkannt, indem man nach Oeffnung des Brustkastens sieht, daß, nachdem das Herz sich mit Blut gefüllt hat, sich dasselbe in bestimmter Richtung zusammenzieht, und auf diese Weise die in ihm enthaltene Flüssigkeit in zwei, in dasselbe mündende Kanäle treibt. — Manche Naturforscher wollen in diesem Organe zugleich ein Saugwerk erkennen, so daß das Herz die Einrichtung eines Pumpbrunnens hätte, indem es die Flüssigkeit durch eine Art Luftpumpeneinrichtung an sich ziehe. Diese, von gegenwärtig lebenden Gelehrten ersten Ranges ausgesprochene Behauptung führt uns schon bei dem Beginne unserer Untersuchung zu einer lehrreichen Vergleichung zwischen dem Wirken der Natur und den Unternehmungen der Menschen. Würde diesem oder jenem Manne des Faches die Zustandebringung eines Blutkreislaufes übertragen worden sein, so würde er vielleicht ein Saug- und Druckwerk angebracht haben; der augenblickliche Tod sämmtlicher höheren Thiere wäre aber zu seinem Erstaunen erfolgt, sobald er die Maschine in Bewegung gesetzt hätte; denn die Erfahrung der Aerzte lehrt, daß ein Thier schnell stirbt, sobald Luft in die Wege des Blutumlaufes gelangt. Luft müßte aber schon, ohne Verletzung der Gefäße, eintreten, wenn es wahr wäre, was einige Physiologen glauben, daß die Saugkraft des Herzens selbst auf die Ernährungsstoffe im Magen wirke, und dieselbe in die Gefäße hineinziehe; denn zunächst müßte die in dem Magen und den Gedärmen stets enthaltene Luft dem Zuge dieser Luftpumpe folgen und das Thier also augenblicklich getödtet werden. Gewiß, vor einem solchen grellen Irrthume würden jene Physiologen, selbst wenn sie die Erfahrungen der Aerzte nicht

berücksichtigen wollten, bewahrt worden sein, wenn sie zur Erkenntniß der unbestreitbaren Wahrheit gelangt wären, daß die von der Natur getroffenen Einrichtungen in Beziehung der zu erreichenden Zwecke immer den höchsten Grad der Vollkommenheit darbieten; denn sie würden gefunden haben, daß die dünnen und weichen Häute der Blutadern und noch mehr die der Saugadern keinen Augenblick dem Luftdrucke widerstehen können, und also nicht anzunehmen ist, daß die Natur jene Theile zu Bestandtheilen eines mechanischen Saugwerkes (einer Luftpumpe) bestimmt habe. Wo durch Vergrößerung des Raumes, also nach Art der Wirkung einer Luftpumpe, Gegenstände in den Raum hereingezogen werden sollen, wie z. B. die atmosphärische Luft in die Lungen, sind im Organismus auch in der That feste Röhren angebracht, wie dieses in Beziehung auf die Lungen die Luftröhre und der Kehlkopf sind, die dem auf den Körper wirkenden Druck der Atmosphäre zu widerstehen vermögen. Wir dürfen im Gegentheil die weichen Gefäßhäute der Blutadern und Lymphgefäße als ein Mittel betrachten, um bei den so häufig vorkommenden Körperverletzungen den Eintritt von Luft in die Gefäße zu verhindern; denn durch diese Einrichtung werden sie, wenn das Blut aus ihnen hinwegfließt, durch den Atmosphärendruck zusammengedrückt und es wird der Eintritt von Luft in dieselben verhütet. Hätten diese Gefäße selbst nur die Stärke der Schlagadern, so würden sie für den Eintritt der Luft bei jeder Verletzung offen stehen.

Das Herz der höheren Thiere ist also kein Saugapparat, sondern nur ein Druckwerk; als solches aber zeigt es eine bewunderungswürdige Einrichtung. Es ist dasselbe eine Art Hohlkugel (jedoch in der Gestalt von der Kugelform etwas abweichend), deren Wand beinahe ganz aus Muskelfasern (eigentlichem Fleisch) besteht. Diese Fasern gehören zu den

quergestreiften Muskelfasern, welche, wie die Muskeln an den Gliedmaßen, sich schnell zu bewegen vermögen und nicht, wie die glatten Muskelfasern (welche sich z. B. an der Harnblase vorfinden) sich nur langsam zusammenziehen. Wirkt also eine Ursache auf diese Hohlkugel oder eine Abtheilung derselben ein, welche sie zur Zusammenziehung veranlassen kann, was namentlich ihre Vollfüllung mit Blut ist, so zieht sie sich rasch zusammen und spritzt die in ihr enthaltene Flüssigkeit mit großer Gewalt in die Röhren, welche aus ihr in die einzelnen Körpertheile führen.

Wenn das Herz nur ein ungetheilter hohler Behälter wäre, welcher sich abwechselnd zusammenzöge und erweiterte, und wenn hierbei keine besondern Vorrichtungen angebracht wären, um dem Lauf des Blutes eine bestimmte Richtung zu geben, so würde hierdurch nur ein Hin- und Herwogen der Flüssigkeit bewirkt werden und also die verbrauchten Stoffe stets von Neuem in die Gewebe zurückgetrieben werden. Ja wenn selbst durch andere Einrichtungen eine Bewegung der Säfte in wechselnder Richtung, also eine Kreisbewegung, hergerichtet wäre, so würde durch ein solches Herz und seine Bewegung diese Säftebewegung unterbrochen werden, indem dem nach dem Herzen zurückfließenden Blute vom Herzen aus stets neue Blutwellen entgegengeworfen würden. Diesem Mißstande ist bei den höheren Thieren dadurch abgeholfen worden, daß das Herz eine durchbrochene Querwandung mit Klappen erhalten hat, so daß das Blut auf der einen Seite einfließen und auf der anderen abfließen, aber nicht sich in entgegengesetzter Richtung bewegen kann. — Da die eine Hälfte dieser Hohlkugel (die Vorkammer) nur die Aufgabe hat, das Blut in die andere Hälfte (die Kammern) derselben hineinzutreiben und dadurch dieselbe auszudehnen, so bedarf sie nicht vieler Muskeln, und ist daher mehr hautartig, während die zweite

Hälfte, welche für den Blutumlauf im ganzen Körper dienen muß, eine beträchtliche Fleischmasse darstellt.

Dieses ist die Grundanlage des Herzens in den vier oberen Thierklassen. Da nun aber, wie späterhin näher dargelegt werden soll, die Kraft der Lebensprozesse von dem Maaße der Blutwirkung auf die Gewebe abhängt, so sind verschiedenartige Einrichtungen im Baue des Herzens und der Anlage der Blutbahnen getroffen worden, um diese der Entwicklungsstufe, auf welcher ein Thier stehen soll, anzupassen. Schon die Raschheit der Blutbewegung muß auf das Maaß mancher Lebensvorgänge, z. B. der Bildung der thierischen Wärme, einen Einfluß ausüben. In dieser Beziehung stehen die Fische auf der niedersten Stufe unter den Thieren der vier höheren Klassen; denn das Blut wird bei ihnen nicht unmittelbar von dem Herzen zu den Geweben getrieben, sondern es fließt zuerst durch die engen Kanäle der Kiemen, wodurch die Wirkung des Herzstoßes, bis das Blut zu den Kanälchen gelangt, die durch die Gewebe führen, bedeutend gebrochen ist. Vorzüglich ist es aber die mehr oder weniger vollkommene Scheidung des schon durch seinen Lauf abgenutzten Blutes von dem durch den Athmungsprozeß wieder erfrischten Blute, wodurch die Bauanlage des Herzens und der Gefäße auf das Maaß der Lebensprozesse einwirkt.

Um das durch den Athmungsprozeß erneute Blut (was wir arterielles Blut nennen *) von dem schon in den Geweben

---

*) Anmerkung. Arterielles Blut wird das durch den Athmungsprozeß erfrischte Blut aus dem Grunde genannt, weil es in den Gefäßen, welche von dem Herzen zu den Geweben führen, enthalten ist, und diese Gefäße Arterien (Schlagadern) genannt werden. Venöses Blut wird das aus den Geweben zurückfließende Blut genannt, weil es in den Venen, (Blutadern) enthalten ist. Im kleinen Kreislauf fließt jedoch in den Arterien venöses und in den Venen arterielles Blut.

abgenutzten Blute (was venöses Blut genannt wird) getrennt zu halten, hat in der Thierreihe die Natur zweierlei Einrichtungen getroffen:

1) Es wird das gesammte Blut, nachdem es durch das Athmungsorgan seinen Lauf genommen hat, unmittelbar, nämlich ohne in das Herz zurückzufließen, in sämmtliche Gewebe des Körpers geführt und fließt erst sodann zu dem Herzen zurück. Dieses ist die Einrichtung des Gefäßsystems bei den Fischen, bei welchen also nur die oben beschriebene einfache Einrichtung des Herzens vorhanden ist, da das Blut, welches aus den Geweben zurückfließt, sich in der einfachen Vorkammer sammelt, von dieser in die einfache Kammer geführt wird, und von derselben sodann in die Kiemen getrieben wird, aus deren feinen Kanälchen es wieder in größere Räume zusammenfließt und sich aus diesen im Körper vertheilt, aus welchem es sich zum zweitenmale in Stämme sammelt, in welchen es zum Herzen zurückkommt. Daß bei den Fischen übrigens, ungeachtet das arterielle Blut unvermischt zu den Geweben fließt, die Blutwirkung keine so große ist, als bei den warmblütigen Thieren, liegt zum Theil in dem oben schon erwähnten Umstand, daß es nicht unmittelbar von dem Herzen zu den Geweben getrieben wird, und daß es also langsamer fließt, zum Theil aber in dem, in den Kiemen unvollkommener als in den Lungen von statten gehenden Athmungsprozeß, und der ungünstigeren Beschaffenheit des Blutes überhaupt, so wie in der Beschaffenheit der Theile, mit welchen das Blut in Berührung und Wechselwirkung tritt, namentlich dem weniger vortheilhaft gebildeten Gehirn und Nervensystem.

2) Es ist in dem Herzen eine zweite Zwischenwand, der Länge nach, gezogen, so daß das aus den Geweben des Körpers zum Herzen zurückgelangte, abgenutzte, Blut in einer abgeschlossenen Bahn durch das Herz hindurch sich zu den

Lungen bewegt, und das in den Lungen erfrischte Blut ebenfalls in geschlossener Bahn durch das Herz hindurchgeht und also mit dem venösen Blute nicht gemischt zu den Geweben gelangt. Diese Einrichtung findet sich in vollkommener Weise nur bei den warmblütigen Thieren, den Vögeln und den Säugethieren, durchgeführt, und ist eine unvollkommene bei den Amphibien (Fröschen, Schlangen, Krokodilen u. s. w.); woher es kommt, daß bei den letzteren Thieren das arterielle Blut mehr oder weniger mit venösem gemischt wird, und also die Blutwirkung auf die Gewebe weniger kräftig ist.

Indem wir hier das menschliche Herz, hinsichtlich seiner mechanischen Einrichtungen, einer etwas vollständigeren Untersuchung unterwerfen, haben wir vorerst uns vor Augen zu stellen, daß dasselbe ein vierkammeriges Herz ist, und daß nur bei der unreifen Frucht durch eine Oeffnung in der Scheidewand beider Vorkammern (das eirunde Loch) und durch einen Verbindungskanal zwischen dem Stamme der Lungenschlagader und der großen Körperschlagader (dem Botall'schen Gang) eine Mischung des venösen und des arteriellen Blutes bis zum Augenblicke der Geburt gestattet ist. Es fließt ohne alle Vermischung das aus den Geweben des Körpers zurückfließende venöse, dunkle Blut in die rechte Vorkammer und zugleich das aus den Lungen zurückkehrende arterielle, hellrothe Blut in die linke Vorkammer ein. Nachdem die Vorkammern durch das Blut ihre höchste Ausdehnung erreicht haben, ziehen sie sich beide zugleich zusammen und treiben das Blut in die beiden, nach außen als ein Körper erscheinende, Kammern ein, worauf diese sich zusammenziehen und das Blut, von der rechten Kammer aus, in die Lungenschlagader und, von der linken Kammer aus, in die große Körperschlagader fließt.

Die Mechanik des Herzens, welche in diesen Kreislauf eingreift, zeichnet sich insbesondere durch die sinnige Einrichtung

aus, daß die in bestimmter Richtung gehende Blutströmung die nämlichen Klappen stets abwechselnd öffnet und schließt. Die Klappeneinrichtung zwischen der Eingangsmündung von der linken Vorkammer in die linke Kammer ist eine andere, als die von der rechten Vorkammer in die rechte Kammer, und von beiden Einrichtungen zugleich verschieden ist die Klappeneinrichtung an den Ausgangsmündungen beider Kammern in die Schlagadern. Wir werden finden, warum solche Verschiedenheiten bestehen.

An der Eingangsmündung in die linke Kammer ist die Klappeneinrichtung folgende: Zwei, aus sehnigten Fasern zusammengesetzte Hautstückchen, ungefähr in der Form von Zipfelkappen (woher ihr Name mützenförmige Klappen) sind in der Weise an der erwähnten Oeffnung angebracht, daß ihr breites Ende längs dem Rande derselben angeheftet ist und das zugespitzte Ende in die Höhle der Herzkammer herabhängt. (Weil der ganze Klappenapparat demnach zwei Spitzen hat, werden diese Klappen auch die zweispitzigen Klappen genannt, obgleich nicht jede einzelne Klappe zwei Spitzen besitzt). Es stehen beide Klappen einander gegenüber, so daß sie sich mit ihrer Fläche an einander zu legen im Stande sind, und sind in der Art einer der andern angepaßt, daß, wenn sie ausgebreitet werden und ihre Ränder sich berühren, sie die Oeffnung vollkommen zu schließen vermögen. Die eine dieser Klappen ist um ein beträchtliches länger als die andere und ist an dem Theile der Herzsubstanz angewachsen, welcher sich zwischen der Eingangsmündung in die Herzkammer und zwischen der Ausgangsmündung derselben in die große Körperschlagader befindet, so daß diese Klappe, wenn sie auf die Ausgangsmündung gelegt wird, welche sie gänzlich schließt, die Eingangsmündung frei läßt, und wenn sie auf diese hingezogen wird, die Ausgangsmündung öffnet. (Da diese Einrichtung eine

ähnliche ist, wie in manchen Schiffen die der Thüren, in welchen nur eine Thüre für zwei Eingänge angebracht ist, so daß der eine sich immer schließt, während der andere geöffnet wird, will ich diese Klappe, zur näheren Bezeichnung, die Schiffsthürenklappe nennen). Wenn diese Klappe die Ausgangsmündung bedeckt, liegt sie mit ihrem Rande auf der Scheidewand beider Herzkammern auf, während die zweite mützenförmige Klappe, wenn sie von der Eingangsmündung zurückgedrängt wird, ganz an den, der Scheidewand gegenüber befindlichen, und also die Wand nach außen bildenden Theil der Kammerwand sich anlegt. Die Schiffsthürenklappe ist an ihrem Rande, mit Ausnahme der Spitze, an eine Anzahl sehnigter Fäden befestigt, welche an ihrem anderen Ende an zwei zapfenförmige Muskeln angeheftet sind, die der Ausgangsmündung gegenüber liegen, und, nur einen kleinen Zwischenraum von einander entfernt, aus der muskulösen Kammerwandung hervorragen. Die zweite mützenförmige Klappe besitzt ebenfalls sehnige Fäden, welche an ihrem anderen Ende an zwei, unmittelbar auf der innern Seite der zapfenförmigen Muskeln der Schiffsthürenklappe liegenden Muskeln, welche ebenfalls eine zapfenförmige Gestalt haben, befestiget sind, so daß also die sehnigen Fäden dieser Klappe nicht, wie die der Schiffsthürenklappe, auf der entgegengesetzten, sondern auf der nämlichen Innenfläche des Herzens, auf welcher die Klappe selbst an ihrem Grunde angewachsen ist, an Muskeln befestiget sind. Dieser Mechanismus hat folgende Zwecke: Wenn die Schiffsthürenklappe auf der Ausgangsmündung der Herzkammer liegt, was in dem Augenblicke der Fall ist, wenn das durch die Eingangsmündung einströmende Blut die Klappe von der Eingangsmündung hinweggedrängt und auf die Ausgangsmündung gelegt hat, so spannen sich ihre sehnigen Fäden und ziehen an der Klappe in dem Grade, als die Kammer vom einströmenden

ausgedehnt wird, indem die Anheftungspunkte jener Fäden gegenüber der Klappe liegen, und auch die beiden zapfenförmigen Muskeln seitwärts auseinander weichen. Es wird also die Klappe allmälig von der Ausgangsmündung hinweg und gegen die Eingangsmündung hingezogen, und zugleich durch das seitliche Auseinanderweichen der Herzwandung mehr ausgespannt. Die sehnigen Fäden der zweiten mützenförmigen Klappe werden durch die Ausdehnung der Herzkammer nicht gespannt, sondern im Gegentheil locker, da sie auf der nämlichen Seite des Herzens, auf welcher die Klappe liegt, befestiget sind, und also, wenn die Innenfläche des Herzens concav wird, an ihren Anheftungspunkten der Klappe genähert werden. Jedenfalls erhält das Blut durch das Concavwerden der Innenfläche des Herzens Gelegenheit, sich hinter der Klappe anzusammeln, es treibt durch seine Stauchung die Klappe gegen die Schiffsthürenklappe hin und spannt sie zugleich. Hierdurch werden beide Klappen immer mehr einander genähert, und legen sich im Augenblicke der höchsten Ausdehnung der Kammer vollends an einander, wodurch die Ausgangsmündung vollkommen geschlossen wird. — Das einströmende Blut öffnet also die Eingangsmündung und schließt die Ausgangsmündung und öffnet allmählig diese wieder und schließt die erstere. (Vergl. d. Abbild. Nr. 2—5.)

Einer besonderen Betrachtung werth ist die Art und Weise, in welcher die Größe der Eingangsmündung fortwährend der Größe des Blutstromes angepaßt wird. Im Augenblicke, in welchem die Vorkammern anfangen sich zusammenzuziehen, ist die in denselben enthaltene Blutmasse am größten; die Kammern aber haben so eben ihre Zusammenziehung vollendet und die zwischen ihrer Substanz befindliche Oeffnung ist am kleinsten, und während die Zusammenziehung der Vorkammern ihrer Vollendung entgegengeht, wird die Blutmasse sehr gering,

die Herzkammern sind aber ausgedehnt, und es ist also die Oeffnung am Größten. Es besteht demnach ein vollkommenes Mißverhältniß zwischen der Blutmenge und der von der Herzsubstanz begrenzten Eingangsmündung. Dieses Mißverhältniß auszugleichen ist offenbar ein zweiter Zweck der so eben beschriebenen Klappeneinrichtung. In dem Augenblicke nämlich, in welchem das Blut beginnt, von der Vorkammer in die Kammer zu strömen, legen sich beide Klappen zurück, die Schiffsthürenklappe vor die Mündung der großen Schlagader, und die zweite Klappe an den gegenüberliegenden Theil der Herzwandung; es wird also die Bahn vollkommen für die ganze Blutmenge frei, welche durch die in der Herzsubstanz befindliche Oeffnung einströmt. Je mehr nun aber die Blutmenge in der Vorkammer abnimmt, desto mehr rücken wiederum die beiden Klappen mit ihren Spitzen gegen einander und es bildet sich auf diese Weise ein der Eingangsmündung angehefteter und immer enger werdender Trichter, so daß also zuletzt nur noch ein kleiner Blutstrahl in die Kammer einzufließen vermag, obgleich in diesem Augenblick durch die Ausdehnung der Kammer die zwischen der Herzsubstanz befindliche Oeffnung ihren größten Durchmesser erreicht hat.

Endlich mögen hier noch die Mittel eine Untersuchung finden, welche ergriffen sind, um den Blutstrom von der vordern auf die hintere Fläche der Schiffsthürenklappe zu leiten und von da in die Ausgangsmündung, zur großen Schlagader zu führen. — Es ist klar, daß wenn keine besondere Vorrichtungen zu diesem Zwecke getroffen worden wären, der Blutstrom, bei der Zusammenziehung des Herzens, leicht jene Klappe, welche weit in die Höhle der Kammer hereinragt, auf ihrer vorderen Fläche anfassen und vor die Ausgangsmündung legen könnte, was den augenblicklichen Tod zur Folge haben müßte. (Dieses Ereigniß kann bei verschiedenen Herz-

krankheiten eintreten und ist ohne Zweifel eine Hauptursache an dem oft plötzlichen Tode der Herzkranken). Indem die Schiffsthürenklappe bei der Ausdehnung der Kammern durch ihre sehnigen Fäden von der Ausgangsmündung hinweg und gegen die Eingangsmündung hingezogen wird, bildet sie vor der letzteren eine schiefe Fläche. Auf diese stürzt das Blut bei seinem Einströmen in die Kammer und sein Strom wird hierdurch, in einem entsprechenden Winkel gebrochen, gegen die äußere Wandung der Herzkammer hingeworfen. An dieser Stelle prallt das Blut wiederum an und wird gegen die Spitze der Kammer und die Scheidewand beider Kammern geführt, von welcher aus dasselbe gegen die hintere Fläche der Schiffsthürenklappe strömt, wo es seine Richtung gegen die Ausgangsmündung der Kammer erhält. Durch diese Einrichtung allein schon ist gegen das erwähnte Ereigniß mit ziemlicher Sicherheit vorgesorgt, indem das Blut die Klappe gegen die Eingangsmündung hintreibt; da jedoch bei der Zusammenziehung der Kammer die sehnigen Fäden, für den kleiner werdenden Raum, zu lang werden, so könnte, wenn keine, dieses Mißverhältniß ausgleichende Vorrichtung getroffen wäre, der Blutstrom die erschlafften Fäden und den Rand der Klappe fassen und dieselbe selbst gegen die Ausgangsmündung hintreiben. Diesem unglücklichen Ereigniß ist dadurch vorgebaut, daß die sehnigen Fäden an lange, zapfen- oder vielmehr säulenförmigen Muskelbündeln befestiget sind, welche sich zugleich mit der übrigen Herzsubstanz zusammenziehen und dadurch die Länge der sehnigen Fäden (mit Inbegriff der Länge der säulenförmigen Muskeln) um ein Bedeutendes verkürzen. Hierdurch wird bewirkt, daß die Schiffsthürenklappe fortdauernd gegen die äußere Kammerwandung hingezogen bleibt, und also auch ihre Bewegung gegen die Ausmündung hin so lange verhindert wird, als die Kammer sich zusammenzieht. Tritt der Zustand der

Erschlaffung ein, so läßt auch die Zusammenziehung der säulenförmigen Muskel nach, die sehnigen Fäden werden, mit Inbegriff der Länge der säulenförmigen Muskeln, nunmehr sehr lang, und das durch die Eingangsmündung von Neuem einströmende Blut vermag jetzt die Schiffsthürenklappe von der Eingangsmündung zurückzudrängen und auf die Ausgangsmündung zu legen. — Folgende kleine Vorrichtung darf hier nicht übersehen werden: Gegen ihr oberes Ende hin sind jene säulenförmigen Muskelbändel durch querlaufende Bänder an die Wandung des Herzens befestiget. Dieser Mechanismus verhindert, daß bei der Ausdehnung des Herzens die säulenförmigen Muskeln von ihrem unteren Anheftungspunkte in der Diagonale, durch den Raum der Kammer, auf die Klappe wirken, was dieselbe zu sehr nach unten ziehen würde, und bewirkt, daß der Zug auf die Schiffsthürenklappe mehr in horizontaler Richtung erfolgt, wodurch die Schließung der Eingangsmündung der Herzkammer ermöglichet wird.

Von dieser Klappeneinrichtung der Eingangsmündung der linken Kammer ist die der Eingangsmündung der rechten Kammer in einem wesentlichen Theile verschieden. Hier findet sich nämlich keine, die Eingangs- und Ausgangsmündung abwechselnd schließende und öffnende Klappe vor, und die Ausgangsmündung wird während des Einströmens des Blutes von Innen nicht geschlossen. Statt der Schiffsthürenklappe, welche sich in der linken Kammer bei dem Beginne der Bluteinströmung in dieselbe vor die Ausgangsmündung legt, bildet in der rechten Kammer Eine der Klappen an ihrem einen befestigten Ende eine Art Leiste am obern Rande der Eingangsmündung, zwischen dieser und der Ausgangsmündung, wodurch das Blut von der Ausgangsmündung hinweg, nach der äußeren Kammerwandung geleitet wird. Statt zwei Klappen sind hier drei vorhanden (woher auch ihr Name „dreispitzige

Klappen“), welche im allgemeinen dieselbe Einrichtung in der Anheftung ihrer sehnigen Fäden zeigen, wie die zweite Klappe der linken Kammer. Hierdurch werden bei der Ausdehnung der Kammer und der Stauchung des Blutes hinter den Klappen allmählig drei Klappen einander genähert und bei der Vollendung dieser Bewegung legen sie sich so vollständig an einander, daß der Rückfluß des Blutes aus der rechten Kammer in den rechten Vorhof vollkommen versperrt wird.

Fragen wir nach dem Zwecke dieser Verschiedenheit der Klappeneinrichtung zwischen beiden Herzkammern, so werden wir zu folgenden Betrachtungen geführt. Der Mangel einer nach außen schließenden Thüre in der rechten Kammer weiset darauf hin, daß ein ununterbrochener Abfluß des Blutes aus dem Herzen, aus irgend einem Grunde, in dieser Richtung ermöglichet sein müsse. — In dieser Richtung führen die Blutbahnen in kurzem Wege nach den Lungen. Hier findet ein großer Stoffwechsel statt, nämlich Abgabe von Kohlensäure und Wasser und Aufnahme von Sauerstoff, und große Ungleichheiten dieses Stoffwechsels werden durch mancherlei Zufälligkeiten herbeigeführt. Es muß daher die Zufuhrgelegenheit des Materials zu diesem Stoffwechsel so eingerichtet sein, daß der Zufluß sich ganz nach dem, so sehr wechselnden, Bedürfniß zu richten vermöge. Würde nun aber eine Schiffsthürenklappe in dem rechten Herzen angebracht sein, wie in dem linken, so würden der Lunge in gleichmäßigem Zeitraume immer gleiche Mengen des Materials zugeführt werden, und die Ausgleichung wäre also unmöglich geworden. — Es ist ohne Zweifel zu diesem Zwecke bloß eine, das Blut abweisende, Leiste über der Ausgangsmündung der rechten Kammer angegebracht, damit nicht mit jeder Zusammenziehung der rechten Vorkammer das Blut in die Lunge getrieben werde; dagegen ist unterhalb dieser Leiste die Ausgangsmündung durch eine, nach

Innen sich öffnende, Thüre nicht geschlossen, und die Lunge kann also das Blut nach Bedarf an sich ziehen. — Wenn demnach durch irgend einen Kraftverbrauch, z. B. durch rasche Körperbewegung, ein schnellerer Wiederersatz der Kräfte in den Geweben nothwendig gemacht ist oder die Gewebe schneller sich verzehren, so daß ein rascherer Absatz von Kohlenstoff an das Blut geschieht, und also dasselbe rascher venös wird, ist eine schnellere Erfrischung des, ohne Zweifel auch rascher aus den Geweben abfließenden, Blutes in den Lungen nothwendig, und dieselben müssen rascher das Blut durch die Lungenschlagader an sich ziehen. — Da bei dem schnelleren Leerwerden der rechten Kammer die Ursache des Schlusses der dreispitzigen Klappen schneller zu wirken aufhört, nämlich der Druck des Blutes auf die hintere Seite dieser drei Klappen, so öffnet sich dem Blute in der rechten Vorkammer auch rascher der Weg in die Kammer, und die Vorkammer wird zu einer schneller beginnenden Zusammenziehung veranlaßt. Auf der andern Seite muß auch, bei dem rascheren Austausch der Stoffe in den Lungen das Blut rascher aus denselben in die linke Vorkammer abfließen, diese wird daher schneller ausgedehnt und muß sich in demselben Maaße auch schneller zusammenziehen. Auf diese Weise ist durch diese einfache Vorrichtung es ermöglichet, daß die Schnelligkeit der Herzbewegung sich ganz dem Grade der Raschheit des Stoffwechsels nicht allein in den Lungen, sondern auch in den Geweben des Körpers anpasse. — In der linken Kammer ist diese Einrichtung nicht nothwendig, weil für kleinere und mehr örtliche Verschiedenheiten in dem Stoffwechsel immer genug Material in den (langen) Blutbahnen vorhanden ist, und bei größern Unterschieden, wie z. B. in heftigen Fiebern, auf die so eben beschriebene Weise das Herz zu schnellerer Bewegung veranlaßt wird, und daher das Blut den Geweben rascher zufließt.

Ein zweiter Zweck, welcher durch die Verschiedenheit der Klappeneinrichtung in den zwei Herzkammern erreicht wird, ist folgender: Die linke Herzkammer hat die Aufgabe, durch die, oft sehr langen Schlagadern, durch die Haarkanälchen der sämmtlichen Gewebe des Körpers und durch die rückführenden Gefäße das Blut zu treiben, oder hat wenigstens einen großen Theil dieser Aufgabe zu vollführen, und muß daher sehr kräftig wirken. Es ist nun zwar zu diesem Zwecke die Muskulatur der linken Kammer sehr stark; es würde aber dieselbe wahrscheinlich dennoch nicht die gehörige Wirkung äußern, wenn die Fleischfasern nicht vor ihrer Zusammenziehung zu ihrer vollständigen Ausdehnung gebracht würden, und sie nicht auf eine große Blutmasse wirken könnten, um ihren Stoß in alle Gefäße fortzupflanzen. Es ist daher in der linken Kammer eine möglichst große Stauchung des Blutes nothwendig, und diese wird durch die Schiffsthürenklappe bewirkt. Im Augenblick nämlich, in welchem das Blut durch die Eingangsmündung mit großer Gewalt in die linke Kammer strömt, legt sich diese Klappe vollkommen vor die Ausgangsmündung; zur Zeit aber, wenn die Klappe von der Ausgangsmündung hinweggezogen wird, wird die Kraft des in die Kammer sich ergießenden Blutstromes auch schon geringer und der Blutstrom erhält durch die Schiffsthürenklappe eine Richtung nach der äußern Kammerwandung und vermag sich daher nicht wohl einen Weg in die große Schlagader zu öffnen. Sollte aber durch ein außergewöhnliches Ereigniß, z. B. eine Verletzung einer Schlagader, das Blut in beträchtlicherer Menge durch die Schlagadern abfließen, so daß das Blut in der linken Herzkammer folgen müßte, so würde die Schiffsthürenklappe auf die Ausgangsmündung zurücksinken und dieselbe schließen, so daß die Stauchung des Blutes in der linken Kammer von Neuem beginnen würde. — Die rechte Kammer hat bei weitem

keine so große Kraftanwendung nothwendig, als die linke Kammer, da die Blutbahn, auf welche sie berechnet ist, viel kürzer ist, das Blut hier nicht, wie im großen Kreislauf in den Gefäßen des Unterleibes, zweimal durch Haargefäße den Weg nehmen muß, und wahrscheinlich auch der Stoffwechsel hier einen größeren Einfluß auf die Blutbewegung ausübt. Es hat die rechte Kammer auch eine viel schwächere Muskulatur als die linke Kammer, und es liegt hierin ein zweiter Grund für den Mangel der Schiffsthürenklappe in derselben, weil hier ein solcher Stauchungsapparat nicht nothwendig ist.

Sowohl an der Ausgangsmündung aus der linken Kammer in die große Körperschlagader, als an der der rechten Kammer in die Lungenschlagader sind drei Klappen angebracht, welche den Rückfluß des Blutes aus den Schlagadern in die Kammern unmöglich machen. Diese Klappen besitzen eine ganz andere Einrichtung, als die bisher beschriebene, indem sie nicht segelartig, nämlich gleich Segeltüchern, welche durch die, an ihrem Rande angebrachte Stricke sich spannen und in bestimmten Richtungen sich bewegen lassen, sondern aus feinen Häuten bestehende Taschen sind, deren Mündungen nach der Zuglinie des abfließenden Blutes gerichtet sind. Durch diese einfache Einrichtung wird bewirkt, daß das Blut, wenn es nach aufhörender Wirkung des Herzstoßes auf dasselbe durch das, in den Geweben und kleinern Schlagadern langsamer, als in den großen Schlagadern fließende, Blut und durch die elastischen Häute dieser Gefäße einen Rückstoß empfängt, nicht in das Herz zurückfließen kann, da es sich in den drei Taschen fängt, diese vollfüllt, an einander legt, und auf diese Weise das ganze Rohr der Schlagader verstopft, so daß dasselbe für das, nach dem Herzen hin bewegte Blut vollkommen geschlossen ist, wobei aber dem Ausfluß des Blutes aus dem Herzen kein wesentliches

Hinderniß in den Weg gelegt wird; denn sobald das Blut in der Richtung von dem Herzen nach den Lungen oder den Geweben bewegt wird, wird das in den Taschen enthaltene Blut aus denselben herausgedrängt, die leeren Taschen legen sich an die Wandung der Schlagader an, und das ganze Rohr des Gefäßes ist nun für die Blutströmung frei.

In gleicher Weise, wie wir die bisher besprochenen Theile des Herzens in Beziehung auf die Zwecke, welche durch sie erreicht werden, untersucht haben, könnten wir alle Einzeltheile des Herzens, namentlich die einzelnen Faserzüge der Muskeln unserer Betrachtung unterwerfen, und würden erkennen, daß eine gleiche bewunderungswürdige Planmäßigkeit die Zusammensetzung dieser Theile beherrscht; ich beschränke mich jedoch, der Kleinheit des, diesen Abhandlungen vergönnten Raumes wegen, nur noch zwei auffallende Bildungen am Herzen hier zu besprechen: die gitterartigen Fleischbalken, welche wir an der innern Fläche der Kammern an mehreren Stellen antreffen, und die s. g. Herzohren.

Die innere Fläche der Kammerwandungen stellt zum großen Theil keine glatte Wand dar, sondern zeigt mehr oder weniger ein netzartiges Gefüge von Fleischfasern, welches an manchen Stellen, namentlich an der Herzspitze, in lange, balkenartige Muskelbündel sich auflöst, die die mehr oder weniger einander gegenüber liegende Stellen der Herzwandung mit einander verbinden. Durch diese Einrichtung wird offenbar bewirkt, daß die am meisten durch die Gewalt des einströmenden Blutes bedrohte Stellen der Kammerwandung, wie z. B. die verhältnißmäßig dünne Wand der Spitze der linken Kammer, vor Zerreißung bewahrt werden; denn würde der Blutstrom auf die ungeschützte Seitenfläche der Fleischfasern sich stürzen, so könnte die Herzwandung leicht der Gewalt nachgeben; da aber die erwähnten Verbindungsbalken angebracht

sind, so wirken starke Muskelbündel mehr oder weniger in senkrechter Richtung der Gewalt des Stromes entgegen, wodurch die Widerstandskraft der einzelnen Stelle außerordentlich erhöht wird. Auch wird durch die vorspringenden Muskelbalken der Blutstrom und seine Kraft einigermaßen gebrochen, (wie das Wasser und das Treibeis eines Flusses durch die Strebepfeiler der Brücke) so daß er nicht in seiner ganzen Gewalt an die Herzwandung anschlägt.

Die beiden Herzohren (welche Theile der Wandung der beiden Vorkammern sind) beurkunden durch die starke Entwicklung der Musculatur jedenfalls, daß ihnen bei der Fortbewegung des Blutes aus den Vorkammern in die Kammern eine wesentliche Rolle zugetheilt ist. Da ihr Rand gezackt ist, und die einzelnen Zacken zum Theil zu ziemlich langen und schmalen muskulösen Schläuchen sich verlängern, so vermögen die Herzohren, bei Zusammenziehung dieser kleinen Behälter die geringsten Portionen Blut von sich auszuspritzen. Da nun bei der Zusammenziehung der Vorkammern die Herzohren, welche bei der Erschlaffung und Ausdehnung der Vorkammern mehr zur Seite liegen, gegen den Mittelpunkt des Raumes hingezogen und mehr über die Eingangsmündung zur Kammer gestellt werden, so vermögen sie in den, immer enger werdenden, durch die daselbst liegenden Klappen gebildeten, Trichter noch ganz kleine Portionen Blut hineinzuspritzen, und dadurch die Kammern bis zum letzten Tropfen Blutes, welchen sie zu fassen vermögen, voll zu füllen. Da hierdurch auch eine Erschütterung des in der Kammer angestauchten Blutes erfolgen muß, und der Rückprall des Blutes an die hintere Fläche der Klappen durch diesen letzten Stoß vollkommen wird, so haben die beiden Herzohren offenbar die Bestimmung, die Schließung der Eingangsmündung in die linke und die in die rechte Herzkammer zur Vollendung zu bringen.

So weit bis jetzt unsere Untersuchung vorgedrungen ist, haben wir schon eine solche Fülle herrlicher Einrichtungen gefunden, daß wir einem Künstler, welcher ein solches Meisterwerk erdacht hätte, eine hohe Verehrung bezeugen müßten. Unsere Bewunderung muß sich aber noch steigern, wenn wir nach und nach uns überzeugen (was wohl bei der Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte der Thiere der Fall sein wird), daß die Natur bei Hervorbringung ihrer Schöpfungen sich an ganz feste Gesetze bindet oder gebunden ist, so daß sie nie ein s. g. Wunder bewirkt, sondern zur Hervorbringung jeder einzelnen Erscheinung bestimmter Hülfsmittel sich bediente. — Zwar haben wir bis jetzt die Natur in ihren Schöpfungsarbeiten nur noch wenig verfolgt; das Beobachtete möchte uns aber wohl zu dem so eben ausgesprochenen Satze berechtigen, wenn uns auch noch das Meiste in der That wie ein eigentliches Wunder erscheint. — Haben wir aber die Ueberzeugung von der Bildung der Organe unter der Wirkung bestimmter Gesetze, so erscheint uns der Bau des Herzens noch in viel höherem Grade merkwürdig; denn jetzt fragen wir nicht allein nach der Zweckmäßigkeit der Einrichtungen, sondern auch nach den Mitteln, durch welche sie zu Stande gebracht wurden. Ich werde mehrmals Gelegenheit haben, interessante Beobachtungen über die, der Natur zu Gebote stehenden Mittel, zur Herstellung bestimmter Einrichtungen, mitzutheilen, z. B. über die interessante Weise, wie die untern Gliedmaßen die richtige Stellung erhalten, und werde namentlich die Mittel darlegen, durch welche die Eintheilung des Herzens in vier Abtheilungen vollbracht wurde; ich gestehe aber, daß ich in Beziehung auf die Bewerkstelligung der Klappeneinrichtung des Herzens keine Aufschlüsse zu geben vermag. (Da meine Ansicht über die Vorgänge, durch welche die einzelnen Körpertheile ihre Einrichtung erhalten,

erst von dem Leser dieser Schrift verstanden werden kann, wenn derselbe zuerst mit den allgemeinen Bildungsgesetzen bekannt geworden ist, so unterlasse ich es, hier diesen Gegenstand weiter zu verfolgen).

Die Blutgefäße und die Saugadern.

Nicht weniger, als die Betrachtung des Herzbaues, gewährt es für unsern Geist eine, ihn erhebende Unterhaltung, wenn wir den Mechanismus, welcher in den Gefäßen angebracht ist, untersuchen. — Was zunächst den Weg und die Vertheilung der Bahnen betrifft, ist es (seit Harvey) eine festgestellte Thatsache, daß die von dem Herzen ausgehenden, in immer feinere Zweige sich theilende Bahnen im Gewebe sich schlingenförmig umbeugen und in die zurückführende Bahnen übergehen, so daß das nämliche Blutkörperchen, das von dem Herzen ausgeht, wieder zu demselben zurückkehren kann, und demnach ein eigentlicher Kreisumlauf des Blutes stattfindet.

Jeder Zweig einer Bahn ist zwar für sich von kleinerem Durchmesser als der Stamm oder der Ast, von dem derselbe abgeht, der Gesammtdurchmesser der Zweige, in welche der Stamm oder ein Ast sich theilt, ist aber immer größer, als dieser selbst. Hieraus folgt, daß das Blut von Stelle zu Stelle in den Schlagadern langsamer fließen muß, je mehr Theilungen der Bahn eintreten, und demnach je weiter es sich von dem Herzen entfernt. Nehmen wir an, daß 6 Kubikzoll Blut mit einer Zusammenziehung des Herzens in die große Schlagader getrieben werden, und daß die Durchschnittsfläche der letzteren zwischen 71 und 72 Quadratlinien betrage, so ist die Geschwindigkeit der Blutbewegung an der Austrittsmündung der linken Herzkammer 11⅓ Zoll während der Dauer eines Pulsschlages. Da nun aber schon an der Stelle, an welcher der nächste größere Zweig von der großen Körperschlagader abgeht, die

Gesammtdurchschnittsfläche der Bahnen 87 Quadratlinien beträgt, so ist hier die Schnelligkeit der Blutbewegung schon um $1/5$ oder $1/4$ langsamer, als am Anfange der Schlagader, und beläuft sich nur ungefähr auf $8 1/2$ Zoll. Bis die Durchschnittsfläche der Blutgefäße von 71 Quadratlinien, welche die große Schlagader zeigt, bis zu der Durchschnittsfläche der feinsten Capillargefäße, die nicht viel größer als die der Blutkörperchen (ungefähr $1/350$ Quadratlinie) sein dürfte, sich vermindert hat, muß also die Schnelligkeit der Blutbewegung so sehr abgenommen haben, daß nur noch ein langsames Rieseln der Flüssigkeit stattfindet. (Nach unmittelbarer Wahrnehmung an den kleinsten Blutgefäßen im Frosche beträgt hier die Schnelligkeit etwa $1/5$ Linie in der Secunde.)

Durch diese Einrichtung wird zunächst bewirkt, daß das Blut eine genügende Zeit in Berührung mit den Geweben bleibe; denn würde es mit der Schnelligkeit, mit welcher das Blut aus dem Herzen getrieben wird, über die Gewebe hinfließen, so gewönnen das Blut und die Gewebe wohl schwerlich die nöthige Zeit, um den Austausch der Stoffe zu vollbringen. Ebenso aber ist es durch diese Einrichtung möglich gemacht, daß, wenn irgend in den Geweben selbst ein Einfluß auf die Schnelligkeit der Blutbewegung ausgeübt wird, dieser auf die Herzbewegung bestimmend zurückwirke, und eine, dem Bedürfnisse entsprechende, raschere Bewegung des Blutes in den großen Gefäßstämmen bewirke; denn bei der bestehenden außerordentlichen Größe des Gesammtdurchschnittes sämmtlicher kleiner Gefäße, gegenüber der Durchschnittsfläche der Hauptschlagader, veranlaßt eine Beschleunigung des Blutlaufes in den engen Gefäßen vielleicht nur von $1/5$ Linie in der Secunde, wenn sie nämlich allgemein oder wenigstens sehr ausgebreitet ist, eine solche Rückwirkung auf die Blutbewegung in den großen Schlagadern und dem Herzen, und somit auf die Herzbewegung selbst,

daß die Herzschläge etwa sich verdoppeln. Wenn in den feinen Gefäßen der Gewebe die Blutbewegung beschleuniget wird, so drängt das hier fließende Blut, das in den größeren, rückführenden Bahnen fließende, und dieses ergießt sich mit größerer Schnelligkeit in die Vorhöfe des Herzens. Diese werden schneller gefüllt, ziehen sich also auch schneller zusammen und füllen demnach auch rascher die Kammern, welche hierdurch in den nämlichen Rhythmus der Bewegung fallen. — Auf diese Weise wird, obgleich die Schnelligkeit der Blutbewegung in den großen Gefäßstämmen und die in den Haargefäßen eine so sehr verschiedene ist, durch diese Einrichtung die Blutbewegung in beiden Theilen stets in Uebereinstimmung erhalten. —

Ebenfalls von bewunderungswürdiger Zweckmäßigkeit ist die Construction der Gefäßwandungen. Würden die Kanäle starre Wandungen besitzen, so müßte einerseits, wenn sie stark mit Blut angefüllt sind und der Blutlauf in den Haargefäßen ein Hinderniß fände, ein zu starker Rückstoß des Blutes auf das Herz sich bilden oder die Gefäße müßten zersprengt werden, und andererseits würden, wenn die Blutmenge stark sich verminderte, die Kanäle zu leer werden, was mancherlei nachtheilige Folgen mit sich führen müßte, namentlich die, daß das Herz nicht gehörig auf den Blutumlauf einwirken könnte, da die Blutsäule nicht genügend gespannt wäre, um den Stoß fortzuleiten. Würden aber die Schlagadern weiche, bloß elastische, Häute haben, so daß sie, namentlich bei einer geringen Blutmenge, keine starre Wandung um dieselbe bilden könnten, so würden sie dem Andrang des Blutes an jeder Stelle nachgeben, und der Stoß des Herzens würde sich nicht gleichmäßig über sämmtliche Schlagadern auszudehnen vermögen.

Beiden Hemmnissen der Blutbewegung in den Schlagadern ist dadnrch entgegengewirkt worden, daß diese Gefäße eine Schichte glatter Muskelfasern erhielten. Durch diese Faserschichte

zwischen den Gefäßhäuten wird stets der Durchmesser des Gefäßes der Menge des Inhaltes angepaßt, so daß selbst bei Verletzung der Gefäße sich dieselben (wenigstens die kleineren) vollkommen zusammenziehen und hierdurch die Oeffnung schließen, und anderer Seits erhält das Blütgefäß während der Zusammenziehung der glatten Muskelfasern die nöthige Starrheit, um der Blutmenge zur Fortleitung des Herzstoßes die gehörige Unterstützung zu gewähren, ohne daß aber die Elasticität der Arterie und ihre Fähigkeit, sich vermöge derselben selbst über ihren normalen Durchmesser auszudehnen, hierdurch aufgehoben wird. Während nämlich das Blut aus den Schlagadern durch die Haargefäße in die Venen abfließt, ziehen sich die Muskelfasern über die dünner werdende Blutsäule zusammen, und die Gefäßwandung erhält durch diese zusammengezogenen Fasern eine gewisse Starrheit; jetzt läßt aber die Zusammenziehung nach und die Gefäßhäute dehnen sich nunmehr vermöge ihrer Elasticität in gewissen Fällen bis über den Normalgrad aus. — Die Muskelfasern sind wohl aus dem Grunde keine quergestreifte, sondern glatte Fasern, weil die ersteren auf verschiedene Einflüsse in eine schnelle Zusammenziehung versetzt würden, und dieselben somit in einen Kampf zu den Zusammenziehungen des Herzens gerathen könnten, was Unordnungen in der Blutbewegung zur Folge haben würde, während die glatten Fasern nur allmählig und wohl mit geringerer Kraft sich zusammenzuziehen vermögen und daher den von dem Herzen hergetriebenen Blutwellen keinen wesentlichen Widerstand zu leisten im Stande sind.

Endlich gehören noch zu den eine besondere Erwähnung verdienenden mechanischen Einrichtungen im Blutgefäßsystem die in den Venen sich vorfindenden Klappen. Diese Klappen sind Taschen, nach Art der Klappen an den Ausgangsmündungen beider Herzkammern. Sie liegen mit ihrer Oeffnung in

der Richtung des Blutstromes, so daß, wenn dieser regelmäßig von Statten geht, kein Blut in der Tasche sich sammeln kann, und das sie bildende Häutchen an die Venenwandung gepreßt wird, wenn aber das Blut sich aus irgend einer Ursache staucht und in eine umgekehrte Bewegung geräth, sie sich sogleich füllen, und dadurch die Röhre der Venen schließen, so daß der weiteren Bewegung des Blutes in entgegengesetzter Richtung vom Herzen Einhalt gethan wird.

Diese Einrichtung beugt mancherlei, sich in den Venen leicht einstellenden, Störungen des Blutlaufes vor. So z. B. würde, wenn die Kraft des Herzens, die auf den Blutlauf in den Venen ohnehin nur mittelbar wirkt, geschwächt würde, das Blut in den untern Körpertheilen leicht sich nach dem Gesetze der Schwere senken und die feinsten Gefäße in den Geweben überfüllen. Durch die angebrachten Klappen wird der Rückfluß des Blutes nach diesen Haargefäßen verhindert.

Wenn wir an dem Baue des Herzens und der Gefäße erkannt haben, daß der Mechanismus des Gefäßsystems ein bewunderungswürdiger sei, so daß die Natur an jeder dieser Einrichtungen gezeigt habe, daß sie im höchsten Grade die Mittel dem Zwecke anzupassen vermöge, so können wir auch mit Sicherheit annehmen, daß da, wo etwa diese Einrichtungen als nicht vollkommen genügend zur Bewirkung des gesammten Kreislaufes und sämmtlicher damit verbundenen Zwecke erscheinen, noch andere Hülfsmittel vorhanden sein müssen. — Was vorerst das Zustandekommen des Blutumlaufes überhaupt betrifft, so scheinen mir die mechanischen Mittel nicht auszureichen, um den Kreislauf ohne Störung durchzuführen. Man stelle sich klar die Vertheilung der Gefäße vor Augen: die Durchschnittsfläche der großen Schlagader von etwa 72 Quadratlinien und die endliche Zertheilung derselben in so viele Gefäße, daß man mit der feinsten Nadelspitze nicht in die

Haut, die Muskeln, oder die Eingeweide einstechen kann, ohne auf Blut zu treffen, und es wird sich fragen, ob eine, in dieser Weise eingerichtete, hydraulische Maschine im Stande wäre, die Flüssigkeit, die sich in all diesen Theilen befindet, gleichsam in eine dünne Wasserfläche von vielleicht $\frac{1}{500}$ Linie in der Tiefe ausgebreitet, fortzubewegen. Ich glaube nicht, daß dieses ein Druckwerk von der Stärke des Herzens zu vollbringen im Stande wäre; jedenfalls wäre aber ein solcher Apparat so unvortheilhaft construirt, daß durch jede kleine Veranlassung, z. B. durch Druck auf die Theile oder eine unvortheilhafte Stellung des Körpers, große Parthieen dieser feinen Kanäle unwegsam gemacht werden müßten, so daß die Kraft des Herzens das Hinderniß nicht überwältigen könnte. — Noch deutlicher zeigt es sich aber, daß die vorhandenen mechanischen Vorrichtungen zur Bewirkung des Blutlaufes nicht genügen, wenn wir die Frage aufwerfen, wie die Blutmenge nach dem jeweiligen Bedürfniß der Einzeltheile vertheilt, und die einzelnen normalen und außergewöhnlichen, Bestandtheile des Blutes nach dem Körpertheile, für den sie bestimmt sind, geführt werden sollen. Es ist unbestreitbar, daß ein Druckwerk für diese Zwecke nicht genügen könne; denn dasselbe treibt die Flüssigkeit in die Kanäle, ohne alle Unterscheidung fort. Wenn z. B. nach der Geburt des Kindes das Blut die Bahnen verläßt, die zu dem Mutterkuchen führen, und ebenso nicht mehr durch das eirunde Loch und den Botallischen Gang fließt, sonderu in seiner Gesammtheit den Weg nach der Lunge nimmt, so müssen wir, da das Druckwerk, diese Veränderung in der Richtung der Blutströmung nicht bewirken kann, annehmen, daß hier, außer dem Herzen, Hülfsmittel von der Natur hergestellt sind, um das Blut an den Ort zu führen, wo es seine Erneuerung erhalten kann, nachdem es in den Geweben des Körpers zur Erhaltung der Lebensprozesse untauglich gemacht worden ist.

Bis zu der Stelle unserer Untersuchung, an der wir jetzt angelangt sind, haben wir immer die vorhandene, leicht wahrnehmbare Einrichtung zunächst ins Auge gefaßt und haben sodann untersucht, welchen Zwecken dieselbe dienen könne; jetzt aber sehen wir zuerst den erreichten Zweck und müssen nach den Mitteln fragen. — Viele Naturforscher erkennen nur das Herz als die bewegende Kraft der Blutbewegung an; das so eben erwähnte Beispiel einer großen Veränderung in der Richtung der Blutströmung beweiset es aber schon, daß außer dem Herzen, noch andere Einflüsse bestimmend einwirken müssen. Der Arzt hat Gelegenheit in Fülle, die Beobachtung zu machen, daß das Blut in vermehrter Menge nach einzelnen Theilen strömt (die Congestionen und Entzündungen) und daß einzelne Stoffe in kurzer Zeit nach einem bestimmten Absonderungsorgan geführt und durch dasselbe ausgeschieden werden; den Nichtarzt will ich aber nur auf die einzige Erscheinung der Schamröthe aufmerksam machen, in welcher durch einen Gemüthsaffect plötzlich das Blut nach den Wangen getrieben wird, während andere Theile nicht geröthet werden. Hier kann das Druckwerk nicht die Ursache der ungleichen Blutvertheilung sein.

In dem zuerst erwähnten Beispiele der veränderten Blutbewegung in dem neugeborenen Kinde, mag ebenfalls eine mechanische Ursache einwirkend erkannt werden, nämlich die Zusammenziehungen des Zwerchfells und anderer Muskeln am Brustkasten, wodurch der Raum der Brusthöhle vergrößert und ein leerer Raum erzeugt wird, welchen die atmosphärische Luft, durch Eindringen in die Lungen, und vielleicht auch das Blut auszufüllen streben. Es möge diese Einrichtung die Veranlassung werden, vorerst zu untersuchen, ob überhaupt nicht in örtlichen mechanischen Einrichtungen der hinreichende Grund der ungleichen Blutströmung liege. — Von dem veränderten Blutlauf im neugebornen Kinde kann die Bewegung des Zwerch-

fells unmöglich den zureichenden Grund enthalten, denn abgesehen davon, daß ein Saugwerk, in das der Zutritt der atmosphärischen Luft gestattet ist, nicht wohl als ein Pumpwerk für eine Flüssigkeit angesehen werden darf, kann doch durch diese Einrichtung nicht bewirkt werden, daß nun durchaus kein Blut mehr nach dem Mutterkuchen und alles nach den Lungen ströme. Hier wirkt offenbar eine tiefer liegende Ursache. — Von den übrigen mechanischen Einrichtungen müssen noch die glatten Muskelfasern der Gefäße in Betrachtung gezogen werden, welche, wie schon oben bemerkt wurde, auf den Blutlauf in einzelnen Theilen einzuwirken vermögen. Es ist offenbar, daß durch die Zusammenziehung der ringförmig liegenden Fasern nur eine Verengerung der Kanäle bewirkt werden kann, welche wohl ein schnelleres Strömen der Flüssigkeit in dem schmäleren Flußbeete, nicht aber einen vermehrten Zufluß des Blutes nach einem einzelnen Theile zu Stande bringen kann. Man hat den feinsten Gefäßen eine Fähigkeit zur activen Erweiterung und dadurch das Vermögen, die Flüssigkeit an sich zu ziehen, beilegen wollen; es fehlen aber zu einem solchen Saugapparat alle Vorrichtungen. Namentlich findet man keine contractilen (der Zusammenziehung fähigen) Faserzellen, welche von der Wandung des Gefäßes nach einem festen Punkte giengen und durch ihre Zusammenziehung das Gefäß erweitern könnten (welche Einrichtung man an dem Herzen einiger niederen Thiere wahrnimmt, wodurch die Herzen jener Thiere allerdings zu Saugapparaten werden).

Wir dürfen, glaube ich, als feststehende Thatsache annehmen, daß an den feinsten Gefäßen kein Mechanismus angebracht ist, wodurch diese Gefäße die Verrichtung eines Pumpwerkes übernehmen könnten, um, nach Bedürfniß des Organes, mehr Stoffe herbeizuziehen, und ganz undenkbar ist es, daß durch derartige mechanische Einrichtungen Stoffe bestimmter Art nach

einem einzelnen Körpertheile gezogen werden, was doch der Fall sein müßte, wenn hierdurch die vielfach vorkommenden Fälle von Bewegung bestimmter Stoffe in vorgeschriebener Richtung, namentlich nach den Absonderungsorganen, erklärt werden sollten.

Nachdem wir Herz und Gefäße untersucht und ihre wundervoll zweckmäßige Einrichtung erkannt haben, aber doch zugleich eingesehen haben, daß in ihrem Mechanismus nicht der genügende Grund des Blutumlaufes liegen könne, stellt sich uns zunächst unserer Betrachtung dar:

Das Blut in seiner Mitwirkung bei dem Blutumlauf.

Manche Physiologen schreiben dem Blute eine selbstständige Kraft der Bewegung zu, und unser hochgeschätzter Döllinger sagte selbst, das Blut habe eine Lust zu laufen. Dieser Ausspruch hat aber keinen Boden, so lange nicht die bewegenden Kräfte selbst, wie z. B. Flossen oder auch nur Flimmerhärchen, an den Blutkörperchen nachgewiesen sind. Von Bewegungsorganen läßt sich jedoch durchaus Nichts auffinden. — Die in die Augen fallendste Erscheinung, welche hier eine Würdigung verdient, ist der bedeutende Stoffwechsel an verschiedenen Stellen des Körpers. — Wenn aus Kanälen, welche mit Flüssigkeit gefüllt sind, irgendwo Stoffe austreten, sowie, wenn solche in dieselben hineingebracht werden, muß nothwendig eine Bewegung in der Flüssigkeit entstehen. Den Raum, welchen die austretende Flüssigkeit behauptete, muß ein Theil der noch vorhandenen Flüssigkeit einnehmen und diesen Theil muß wiederum ein anderer ersetzen, so daß die Bewegung sich endlich über das Ganze verbreitet; wirkt hierbei aber ein chemischer Prozeß, so hat derselbe leicht eine derartige Rückwirkung auf das Ganze, daß chemische Anziehungen durch dasselbe hindurch-

gehen. Ebenso können neu eingetretene Stoffe mechanisch und chemisch auf die schon vorhandene Flüssigkeit wirken und dieselbe in Bewegung setzen. — Fassen wir nun ins Auge, daß mit jedem Athemzug eine Quantität Kohlensäure und Wasserdunst aus den Lungen austritt und Sauerstoff aufgenommen wird; daß oft sehr beträchtliche Mengen Wasser schnell durch die Blutbahnen hindurchgehen und durch die Nieren wieder austreten; daß nicht unbeträchtliche Stoffmassen durch die Hautausdünstung aus dem Körper treten, und daß jede einzelne Gewebezelle stets Stoffe aus dem Blute aufnimmt und an dasselbe solche abgibt, so muß es zu unserer klaren Ueberzeugung kommen, daß, wenn auch das Herz nicht existiren würde, doch die im Gefäßsystem eingeschlossene Blutmasse keine ruhende Flüssigkeit sein könne, sondern daß in derselben stets Bewegung sein müsse. Diese Bewegung würde aber nicht in einem Kreisumlaufe des Blutes, sondern vielleicht in einem Durcheinanderschieben der chemischen Atome bestehen, wenn nicht folgende, höchst sinnreiche Einrichtung getroffen wäre: Ein Theil der Stoffe, welche den Geweben des Körpers zugeführt werden, und ein Theil der Stoffe, welche bestimmt sind, ausgeworfen zu werden, befinden sich nicht frei in der Blutflüssigkeit, sondern sind an die Blutkörperchen gebunden. Da nun die Blutkörperchen beinahe die Durchmesser der feinsten Gefäße haben, so können sie, selbst in breitern Haargefäßen, niemals einer Anziehung nach rückwärts folgen, da immer neue Blutkörperchen vom Herzen hergetrieben werden und sie diese nicht vorübergehen können; es kann also der Kohlenstoff, welcher von den Geweben ausgeschieden und sodann von den Blutkörperchen aufgenommen wird, niemals auf den arteriellen Bahnen sich nach der Lunge hinziehen, sondern kann sich nur auf den venösen Bahnen fortbewegen, und ebenso kann der von den Lungen aus nach den Geweben gehende Sauerstoff niemals die venösen,

sondern nur die arteriellen Bahnen zu seinem Wege gebrauchen. Hierdurch wird ein vollkommener Kreislauf des Blutes zu Stande gebracht; denn, wenn der Kohlenstoff nach den Lungen und der Sauerstoff nach den Geweben gezogen wird, der erstere aber nur auf den venösen und der letztere auf den arteriellen Bahnen sich bewegen kann, so müssen nothwendiger Weise die, beide Substanzen tragenden Körper eine Kreisbahn durchlaufen. Die Blutkörperchen sind demnach gleichsam Schiffe, welche von den Geweben, mit Kohle beladen, nach der Lunge ziehen, dort die Kohle abladen und mit Sauerstoff befrachtet, auf den arteriellen Bahnen zu den Geweben zurückkehren, und zwar besteht diese Kauffartheiflotte, nach meiner Berechnung, ungefähr aus 36 Billionen derartiger Frachtschiffe. — Man kann, im Wesentlichen dieselben Principien zur Grundlage nehmend, auf folgende Weise einen Flüssigkeits-Kreislauf künstlich zu Stande bringen: Wenn man zwei Darmstücke mit einer dünnen Salzauflösung, in welche etwas Indigo gegossen ist, füllt, beide an ihrem obern und an ihrem untern Ende durch zwei dünne Glasröhren in Verbindung bringt, und diesen Apparat auf geeignete Weise in zwei große Glascylinder einsetzt, von welchen der eine concentrirte Salzauflösung und unaufgelöstes Kochsalz, und der andere reines Wasser enthält, so geht im Wege der Endosmose (Austausch von Flüssigkeiten durch eine Haut hindurch), von der concentrirten Salzauflösung ein Theil in das eine Darmstück, und von diesem in das andere und von ihm in das reine Wasser über, und von diesem Wasser dagegen geht ein Theil durch die Darmstücke bis zu dem Kochsalz hinüber, und zwar so, daß das concentrirte Salzwasser in der untern Glasröhre und das leichtere reine Wasser in der oberen Glasröhre in entgegengesetzter Richtung fließen. Hierdurch kommt ein Kreislauf der Flüssigkeiten zu Stande, welcher durch die Bewegung der Indigoflocken leicht erkannt werden kann,

und so lange fortdauert, bis die Flüssigkeiten in den beiden Glascylindern den gleichen Grad der Sättigung angenommen haben.

Die Blutkörperchen, welche also bei diesen Vorgängen die Bestimmung haben, die sich bewegenden Stoffe in zwei verschiedene Bahnen einzuweisen (wie dieses in obigem Versuch durch die größere Schwere der concentrirten Salzauflösung vor der des reinen Wassers geschah), nehmen aber einen noch viel wichtigeren Antheil an dem Zustandekommen des Blutkreislaufes, wie folgende Thatsachen darthun: Wenn wir auch, wie wir später erfahren werden, anerkennen müssen, daß alle Theile des Körpers, als in fortdauernder Zerstörung begriffen, einer ununterbrochenen Ernährung bedürfen, so geschieht dieselbe doch sicher nicht so rasch, daß nicht für die Dauer eines Augenblickes die Zufuhr der Nahrungsstoffe unterbrochen werden könnte; ja Frösche können sechs Monate und länger leben, ohne daß ihnen Nahrung gereicht wird, während sie innerhalb zwei Stunden sterben, wenn ihnen das Herz ausgeschnitten wird. Der Mensch stirbt aber beinahe mit Blitzesschnelle, wenn plötzlich alles Blut aus seinen Gefäßen tritt, wie z. B. bei dem Platzen einer Pulsadergeschwulst (Aneurysma) der Aorta. Wenn diese Beobachtungen schon darauf hinweisen, daß das Blut noch einen andern Werth für den Körper haben müsse, als den einer Ernährungsflüssigkeit, so bestätigen die bei den Einspritzungen von Blut in die Gefäße (Transfusion des Blutes) bei scheintodten Thieren gewonnenen Erfahrungen nicht allein diese Annahme, sondern beweisen, daß namentlich in den Blutkörperchen ein Grund dieser weiteren Wirkung liege, denn spritzt man Blut ein ohne Blutkörperchen, so wird das Thier nicht mehr lebendig, läßt man aber die Blutkörperchen wirken, so bringen die Einspritzungen allmählig Bewegungen des Thieres hervor, und das Leben kann auf diese Weise wieder hergestellt

werden. Hierzu kommen noch verschiedene Beobachtungen von Blutströmungen nach besondern Richtungen, welche weder von mechanischen Einrichtungen noch vom Aus- oder Eintritt irgend beträchtlicher Quantitäten wägbarer Substanzen herrühren können, wie z. B. auf einen Gemüthseindruck plötzlich eintretende Schamröthe und die durch anstrengendes Denken hervorgebrachte Blutwallungen nach dem Gehirne, die selbst das Gewebe zerreißen und plötzlichen Tod veranlassen können. Derartige Erscheinungen weisen also darauf hin, daß in den Blutkörperchen eine Kraft liege, vermöge welcher sie durch die Berührung oder das Hinstreifen über die Gewebe die Organe zu Lebensäußerungen bestimmen können, und daß dieselben, und wohl auch die Blutflüssigkeit, durch erhöhte Lebensthätigkeit der Organe zu einem größeren Hinströmen nach ihnen veranlaßt werden (Ubi irritatio ibi affluxus).

Sind überhaupt solche Beziehungen zwischen dem Blute und insbesondere den Blutkörperchen und den Geweben vorhanden, wodurch ein Hinströmen des Blutes nach den einzelnen Theilen bewirkt werden kann, so ist es klar, daß diese Beziehungen bei eintretenden Veränderungen in der Qualität des Blutes sich verändern müssen, und die Blutströmung also in diesen Fällen andere Richtungen annehmen müsse. Dieser Fall tritt bei dem Blute bei jedem Zusammentreffen desselben mit der atmosphärischen Luft und bei seinem Durchgang durch die Gewebe ein, indem nur das arterielle Blut mit den Geweben in Wechselwirkung tritt und das venöse nach der Lunge sich zieht.

Wir haben hier Gelegenheit, indem wir die Frage aufwerfen, warum die Blutbahnen nicht blos gestaltlose, ernährende Flüssigkeit, sondern zugleich eine große Menge Blutkörperchen enthalten, von Neuem die Einrichtungen nach der teleologischen (die Zwecke erklärenden) Verfahrungsweise zu untersuchen. Wären die Gefäße blos mit ernährender Flüssigkeit (Plasma)

gefüllt, so würde erstens ein Hauptmittel fehlen, um die von den Geweben zur Lunge und von der Lunge zu den Geweben gehenden Stoffe in zwei verschiedene Bahnen einzuweisen und also einen Kreislauf des Blutes festzustellen. Zwar wäre wohl die zweite, zur Bewirkung eines Kreisumlaufes des Blutes hergestellte Einrichtung, die Theilung des Herzens in vier Kammern, genügend, das venöse und das arterielle Blut von einander getrennt zu halten und den Kreislauf selbst zu bewirken; es frägt sich aber sehr, ob ein Kreisumlauf überhaupt zu Stande gekommen wäre, wenn nicht sogleich die Stoffe nach zwei Richtungen in die arteriellen und die venösen Bahnen sich geschieden hätten, was doch wohl nur mit Hülfe der Blutkörperchen möglich ist. Bei den herzlosen Mißgeburten würde sicher kein Kreislauf des Blutes zu Stande kommen, wenn nicht durch die Blutkörperchen die Stoffe, namentlich der Kohlenstoff und der Sauerstoff, in bestimmte Bahnen eingewiesen würden; denn es könnte ohne diese Einrichtung nur ein Durcheinanderschieben der chemischen Atome stattfinden, wie dieses auch in einer Schüssel, mit Wasser gefüllt, stattfindet, wenn die zwei Pole einer galvanischen Säule in sie eingesenkt werden. In Krankheiten, in welchen zuweilen der Blutkreislauf unterbrochen wird, könnte jedenfalls ein solches Durcheinanderschieben der chemischen Atome eintreten. Ja, es frägt sich, ob nicht im gesunden Zustande, also bei bewegter Blutmasse, die chemischen Atome in einer, dem Blutstrome entgegengesetzter Richtung sich verbinden könnten, so daß z. B. die aus den Geweben austretende Kohle mit dem, im arteriellen Systeme enthaltenen, Sauerstoff sich zu vereinigen streben würde, wenn nicht dieselbe sogleich an die Blutkörperchen gebunden und mit ihnen durch die venösen Bahnen nach der Lunge geführt würden. — Zweitens würden beim Mangel der Blutkörperchen die Wiederherstellung der electrischen Gegensätze im Körper, nach deren Aus-

gleichung durch die Verrichtungen der Organe, nicht geschehen. Es zeigt dieses schon die Erfahrung; denn bei der Transfusion des Blutes gelangt, wie oben bemerkt wurde, das scheintodte Thier nicht mehr zum Leben, wenn ein Blut, aus welchem die Blutkörperchen entfernt sind, eingespritzt wird. Es geht aber die erwähnte Bedeutung der Blutkügelchen auch daraus hervor, daß dieselben sowohl in der Lunge, als auch in den Geweben eine so bedeutende Veränderung in der That erleiden, daß sie ihre electrischen Beziehungen nothwendiger Weise ganz ändern müssen, und also eine Wirkung auf die Polaritätsverhältnisse in den Geweben äußern müssen. Hierzu kommt noch in Betrachtung, daß von den Keimspaltungen im Dotter an (Polarisation des Dotters) die hierdurch entstandenen Körper in gewissen Beziehungen (Polaritätsverhältnissen) zu einander stehen, und daß die Blutkörperchen, als ebenfalls aus diesen Keimspaltungen hervorgegangen, ihre bestimmten Beziehungen haben. (Vergl. die Entwicklungsgeschichte).

Wenn wir übrigens anzunehmen gezwungen sind, daß nicht allein die mechanischen Einrichtungen und der gröbere Stoffwechsel, sondern auch die Beziehung des Blutes und seiner Einzeltheile zu den verschiedenen Theilen des Körpers bei dem Zustandekommen des Kreislaufes wirken, so müssen wir nicht allein das Blut, sondern auch die einzelnen Theile des Körpers in dieser Beziehung betrachten. Es wird sich vielleicht hierbei zeigen, worin diese Beziehungen begründet sind, und wodurch sie auf die Blutbewegung einwirken.

Die einzelnen Körpertheile in ihren Beziehungen zum Blutumlauf.

Vor allen Theilen zieht in dieser Beziehung die Lunge unsere Aufmerksamkeit auf sich. Wie schon erwähnt wurde, findet hier ein Stoffwechsel statt, der für sich schon einen Blut-

umlauf zu Stande bringen müßte; es ist aber nicht blos das Nachrücken der Materie in die, durch den Austritt von Kohlensäure und Wasserdunst an dem Ende des venösen Gefäßsystems das Mittel, welches die Bewegung des Blutes veranlaßt, sondern eine viel durchgreifendere Ursache. — Es ist bekannt, daß nach der von Davy und Berzelius aufgestellten electrochemischen Theorie, welche jetzt von allen Chemikern angenommen ist, die Electricität die Bedingung der Verwandtschaft und die Ursache der chemischen Prozesse ist. Da nun nach dieser Lehre zwei Körper, wenn sie sich chemisch verbinden, in electrischen Gegensatz treten, und da nothwendiger Weise in allen Körpern, die mit den, in den chemischen Prozeß verwickelten Stoffen in Berührung und Polarisationsverhältnissen stehen, die erregten electrischen Gegensätze ihre Wirkung durch die ganze Reihe der Atome derselben äußern müssen, so folgt, daß der Athmungsprozeß, in welchem chemische Verbindungen unter Wärmeentwicklung vorgehen, electrische Gegensätze in all den Theilen wecken müsse, welche hierzu fähig sind und mit den hier betheiligten Theilen in Berührung stehen. Sehr wahrscheinlich ist es, daß durch den Athmungsprozeß Polarisationen durch die Blutbahnen hindurch sich bilden, an deren, der Lunge entgegengesetztem Ende, in den Geweben, ein zweiter chemischer Prozeß stattfindet, welcher dem ersteren entgegengesetzt ist, indem hier die Blutkörperchen ihren Sauerstoff abgeben und Kohlenstoff aufnehmen. Gewiß aber ist es, daß Polarisationen durch die Nerven, sowie durch die Muskeln und andere Gewebe hindurchgehen, indem, wie Dubois dargethan hat, die Magnetnadel durch die hier stattfindenden electromotorischen Strömungen bewegt wird, und also nothwendiger Weise der Athmungsprozeß in Nerven electrische Gegensätze hervorbringen muß, wenn solche bei dem Athmungsprozesse betheiliget sind. Es wird im Laufe dieser Untersuchung sich zeigen,

daß bei allen Prozessen der Thierchemie die Nerven, nebst den mit ihnen verbundenen Gewebetheilen, auf diese Prozesse bestimmend einwirken, woraus hervorgeht, daß die bei den Athmungsvorgängen entstehenden electrischen Gegensätze eine Rückwirkung auf die, hier wirkenden, Nerven äußern müssen. Sollte aber auch die active Betheiligung der Nerven der Lunge bei dem Athmungsprozesse keine sichere Thatsache sein, so ist doch jedenfalls die passive Theilnahme gewiß, da die Wirkung der Blutkörperchen auf die Gewebe eine Lebensbedingung für sie und ihre Nerven ist. Eine Fortwirkung der erregten electrischen Gegensätze auf die, zur Lunge gehenden Zweige des Nervus vagus ist also eine nicht zu bezweifelnde Thatsache.

Wenn man bedenkt, daß eine Stahlfeder, an welcher ein glühendes Stückchen Feuerschwamm angebracht ist, in reinem Sauerstoffgase in Funken zersprüht, so wird man begreifen können, daß die atmosphärische Luft, in welcher zwar nur 21 Prozente Sauerstoffgas enthalten sind, wenn sie in die Lunge einströmt, eine nicht unbeträchtliche Wirkung auf die Prozesse der Thierchemie und daher auf die, durch den Körper hindurchgehenden, electrischen Gegensätze äußern müsse. Somit ist durch den Athmungsprozeß ein Mittel gegeben, die durch die Lebensprozesse, z. B. die Muskelbewegung, aufgehobenen electrischen Gegensätze wieder herzustellen.

Die Lunge und die in ihr sich verbreitenden Zweige des Nervus vagus erhalten durch diese Vorgänge einen bedeutenden Stellenwerth im Organismus, welcher ohne Zweifel die nächste und Hauptursache ist, daß bei dem neugebornen Kinde plötzlich alles Blut, statt durch das eirunde Loch und den Botallischen Gang nach dem linken Herzen und der Aorta zu fließen, nach der Lunge strömt.

Eine ähnliche Bedeutung, wie die Lunge, besitzt vor der Geburt des Kindes der Mutterkuchen. Hier tritt ein Theil des

Kindesblutes mit dem arteriellen Blute der Mutter in Berührung, und es finden ähnliche Vorgänge statt, wie bei dem Eintritt der atmosphärischen Luft in die Lunge. Es ist also nicht anders denkbar, als daß auch hier sich electrische Gegensätze bilden, welche auf die, durch den kindlichen Körper hindurchgehenden, Polarisationen eine Rückwirkung ausüben. Der nächste Grund, warum mit dem Eintritt des Athmens das Blut aufhört, nach dem Mutterkuchen zu fließen, ist der, daß jetzt durch die Schlagadern rein arterielles Blut herbeiströmt, und dieses Blut also keinen electrischen Gegensatz zu dem arteriellen Blute, welches nach dem Fruchthälter der Mutter gelangt, mehr bildet, und demnach nicht mehr angezogen wird. Höchst wahrscheinlich gehen ursprünglich mit den Gefäßen des Nabelstranges Nerven bis zum Mutterkuchen, welche aber, (wie auch das Rückenmark im Schwanze der Froschlarven), nach und nach verschwinden, so daß im Momente der Geburt die Nervenverbindung zwischen dem Kinde und dem Mutterkuchen aufgehoben ist. Hiervon ist die natürliche Folge, daß, nach dem Aufhören der Prozesse der Thierchemie in dem Mutterkuchen, sich der ganze venöse Blutstrom nach der Lunge wendet, und die Gefäße des Nabelstranges und des Mutterkuchens vollkommen vom Blute verlassen werden.

Nebst diesen Beispielen vollkommen veränderter Richtung der Blutströmung sind uns genug Beispiele von zeitweise vermehrter und zeitweise verminderter Blutströmung nach einzelnen Körpertheilen bekannt. Dahin gehören: die größere Blutanströmung bei beiden Geschlechtern nach den betreffenden Theilen bei erregtem Geschlechtstrieb, der Monatsfluß (welcher nicht allein durch Zerreißung von Gefäßchen beim Platzen der Graaf'schen Bläschen bedingt ist), die starke Blutströmung nach der Gebärmutter während der Zeit der Schwangerschaft, der nach den Brüsten am Ende der Schwangerschaft und während

der Zeit des Säugens gehende Andrang, der ohne Zweifel stattfindende Blutzufluß nach den einzelnen Organen, wenn die Reihe der größern Entwicklung an dieselben gelangt, die Schaamröthe, und alle krankhaften Congestionen, und die Entzündungen.

Es sind dieses größten Theiles Beispiele, in welchen nicht der gröbere Stoffwechsel, sondern unmittelbar die erhöhte Beziehung des betreffenden Theiles zum Blute die Ursache des größeren Blutandranges sein kann, was auf einen, durch irgend eine Ursache erregten, größern electrischen Gegensatz in dem betreffenden Theile und dem Blute hinweiset.

Ebenso deutlich und beinahe noch handgreiflicher ist die Beziehung einzelner, in das Blut aufgenommener Stoffe zu bestimmten Körpertheilen. Die Nierenarterien besitzen zusammen eine Durchschnittsfläche von nur 3 Quadratlinien, während die Durchschnittsfläche der Aorta 71 beträgt, wozu noch kommt, daß in den kleineren Verzweigungen der Arterien das Blut viel langsamer fließt, als in der Aorta; es nimmt also höchstens der 27te oder ein noch geringerer Theil der Blutmasse seinen Weg durch die Nieren. Da nun die Erfahrung lehrt, daß gewisse Stoffe, z. B. Jod, äußerst schnell im Harne erscheinen und auch bald wieder aus demselben verschwinden, wenn nämlich alles Jod auf diesem Wege aus dem Körper ausgeleert ist, so ist es nicht anders möglich, als daß irgend ein Mittel der Natur zu Gebote stehe, wodurch sie dem Jode seine Bahn auch den Nieren anweise, denn sonst würde das Jod einer langen Zeit bedürfen, und vielleicht nie dahin gelangen, durch die Nieren ausgeschieden zu werden, wie Ulysses viele Jahre brauchte, um von Troja nach Ithaca zu gelangen, da er keinen Compaß besaß. Irgend ein mechanisches Hülfsmittel, welches diesem Zweck entspräche, ist nicht zu entdecken, und selbst eine Strömung in der Richtung eines bestehenden Stoffwechsels ist nicht

anzunehmen, da den, durch die Nieren austretenden Stoffen keine außen befindliche Stoffe entgegenstehen, welche dieselben anziehen könnten, wie etwa der Sauerstoff der Atmosphäre durch die Lunge hindurch den Kohlenstoff aus dem Blute anzieht. Es ist daher nur denkbar, daß das Organ selbst den Grund der Anziehung auf diese Stoffe in sich trage, und es ist anzunehmen, daß, da nicht alle Stoffe nach den Nieren gehen (z. B. nicht der Alcohol, welcher durch die Lunge ausgeschieden wird) sondern nur bestimmte Stoffe, dieselben in einem ganz bestimmten Verhältniß zu den Nieren sich befinden. Da nun auch diesen Stoffen schon an dem Ursprung der großen Körperschlagader an dem Herzen die Richtung nach den Nieren gegeben werden muß (denn sonst könnten sie ebenso leicht nach dem Gehirne als nach den Nieren gelangen), so müssen die Nieren ihre anziehende Wirkung auf bestimmte Stoffe durch die Blutbahn hindurch äußern.

Hierdurch werden wir gezwungen, durch die Flüssigkeit hindurchgehende physicalische Bahnen anzunehmen, welche nicht anders, als durch die electrischen Gegensätze, welche im Körper bestehen, erzeugt sein können. Auf diese Weise ist diesen Stoffen, z. B. dem Jod, in der That eine Art Magnetnadel beigegeben, nämlich ihre eigene Beziehung, die sie zu dem betreffenden Körpertheile besitzen und wodurch dieselben in bestimmter Richtung angezogen werden.

Ich muß hier darauf aufmerksam machen, daß der Satz der electro-chemischen Theorie, daß die Körper, welche chemische Verbindungen mit einander eingehen, stets in einem electrischen Gegensatze stehen, nicht den Satz in sich schließt, daß Körper von entgegengesetzten Electricitäten nothwendiger Weise bei ihrer Berührung sich durch und durch vereinigen müssen; denn hierzu sind außer dem electrischen Gegensatze noch andere Eigenschaften erforderlich. Es können also oft Substanzen, welche

mit einander in Berührung gesetzt werden, große Electricität entwickeln, wie z. B. Zink und Kupfer, und in ihren entgegengesetzten Polen sich anziehen, doch nur in geringem Maaße in chemische Verbindungen eingehen. Es ist demnach nicht nothwendig, daß ein Körpertheil, welcher bestimmte Stoffe anzieht, auch diese Stoffe in seine Substanz mehr oder weniger vollständig aufnehme (was bei der Ernährung allerdings der Fall ist), sondern es können auch diese Stoffe blos dahin abgelagert und durch irgend eine Vorrichtung nach außen geführt werden, was bei den Absonderungsorganen der Fall ist.

Es ist die Aufgabe der Physiologie, genauer die Eigenschaften der Substanzen, die eine Beziehung zu bestimmten Stellen des Körpers zeigen, z. B. die vieler Arzneimittel, und genau die Eigenheiten der betreffenden Stellen ins Klare zu setzen. So viel ist aber gewiß, daß diese Anziehungen vorzüglich durch den Stellenwerth des betreffenden Körpertheiles bedingt sind; denn in dem werdenden Embryo sind die Substanzen an verschiedenen Stellen der Keimstelle und des Dotters noch gleichförmig, und die Körpertheile haben noch nicht ihre Organisation erhalten, und doch beginnt schon die Anziehung der Einzeltheile auf bestimmte Substanzen; ja durch dieselbe wird die Organisation der Einzeltheile erst vollendet.

Durch diese kurze Betrachtung ist uns plötzlich die Einsicht in höchst wichtige Einrichtungen eröffnet worden, von denen sich jetzt schon erwarten läßt, daß sie in alle oder wenigstens viele Lebensprozesse eingreifen; es ist das Bestehen und die stets erneuerte Erweckung electrischer Gegensätze im Körper. Wir werden später erkennen, daß diese Gegensätze nicht allein durch den Athmungsprozeß, sondern auch durch andere Vorgänge im Körper gebildet werden.

Was den Flüssigkeitslauf in den Gefäßen betrifft, so ist nicht zu verkennen, daß die electrischen Gegensätze die Grund-

ursache des Ganzen sind. Der Blutlauf selbst erhält, wie ich später bei der Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Frucht zeigen werde, seine Richtung durch die Beziehungen des Blutes zu den Einzeltheilen des Körpers und kommt selbst zu Stande, wenn die mechanischen Hebel nicht wirken, wie die herzlosen Mißgeburten beweisen, bei welchen ohne Herz doch ein vollkommener Kreislauf des Blutes besteht. Die beiden Stellen des Körpers, an welchen die electrischen Gegensätze vorzüglich auf das Blut wirken und hierdurch eine Bewegung desselben auf den elliptischen Bahnen veranlassen, sind die Endschlingen der Gefäße in den Lungen und die in den Geweben sämmtlicher übrigen Theile des Körpers. — Die Strömungen einzelner Stoffe nach bestimmten Richtungen innerhalb der Blutströmung werde ich in dem Kapitel über die Thierchemie erörtern, weil diese Bewegungen jedenfalls bei den Untersuchungen über die Ernährung und über die Absonderungen näher betrachtet werden müssen. — Wenn wir nicht wüßten, daß es ein Herz im Körper gebe und daß ein Kreislauf des Blutes existire, und uns nur bekannt wäre, an welchen Stellen ein Stoffwechsel stattfände, und daß chemische Prozesse hiermit verbunden sind und also electrische Gegensätze bestehen, so wären wir gezwungen, eine Stoffbewegung anzunehmen, und wenn wir zugleich wüßten, daß die arteriellen Bahnen durch Haargefäße in die venösen umbiegen und das Blut zu einem großen Theil aus Blutkörperchen, welche beinahe den Durchmesser der feinsten Haargefäße besitzen, bestehe, so wären wir durchaus zur weiteren Annahme genöthiget, daß diese Stoffbewegung in einem Kreislauf bestehen müsse. Ich glaube, es bedürfte keines weiteren Beweises, um die Unhaltbarkeit der Meinung darzulegen, daß das Herz die alleinige Ursache der Blutbewegung sei.

Neben den Bahnen des Blutkreislaufes, bestehen Kanäle, welche keine Kreisbahnen sind, sondern mit blinden Anfängen

beginnen, sich in immer größere Stämme und zuletzt in die Speisesaftröhre (Ductus thoracicus) sammeln, und im oberen Theile der Brust (in dem Winkel, welchen die Vena jugularis interna sinistra mit der Vena subclavia sinistra bildet), in die venösen Blutbahnen einmünden, so daß ihr Inhalt auf kurzem Wege mit dem Blute in das rechte Herz und von da in die Lunge gelangt. Es gibt zweierlei Gefäße der Art, die Lymph- und die Chylusgefäße. Die erstern nehmen die in die Zwischenräume der Gewebe (Intercellularräume) aus den Haargefäßen und den Zellen ausgetretene Flüssigkeit auf und führen sie in den Blutumlauf wieder zurück. Die letzteren sind die Kanäle für die, durch die Verdauung gewonnenen Nahrungsflüssigkeiten, durch welche sie in die Blutbahnen gebracht werden. Die Zwischenzellenflüssigkeit (Intercellularflüssigkeit) wird nämlich dadurch erzeugt, daß die Haargefäße das Blut nicht unmittelbar zu jedem einzelnen Gewebetheilchen (Zelle) führen, sondern daß die Ernährungsflüssigkeit oft durch ganze Schichten von Zellen hindurch dringen muß. Ebenso ist für die Flüssigkeit, welche aus der einzelnen Zelle austritt, nicht eine besondere Blutbahn oder ein besonderes Lymphgefäß vorhanden, sondern es tritt die Flüssigkeit in die Zwischenräume der Zellen über. Hierdurch entsteht die Zwischenzellenflüssigkeit, welche zum Theil durch die Venen, aber großen Theils durch die zahlreichen Lymphgefäße, die mit einem geschlossenen Netzwerke anfangen, in die Blutströmung zurückgeführt wird. — Sowohl auf dem Wege der Lymph- als der Chylusgefäße befinden sich drüsige Organe (Lymphdrüsen), in welche das Lymphgefäß ein- und am andern Ende austritt. Mag nun die Lymphe in denselben durch feine Verästlungen der Lymphgefäße oder durch freie Räume fließen, so ist so viel gewiß, daß hier außer der Lymphe drüsige Elemente, in feinen Gefäßen strömendes Blut, und Nerven zu wirken vermögen, und daß die in den austretenden

Lymphgefäßen enthaltene Lymphe reicher an geformten Elementen ist, als die in den eintretenden Gefäßen enthaltene.

Auch auf die Bewegung des Inhaltes der Chylus- und der Lymphgefäße, ja auf den Eintritt der Ernährungssäfte aus dem Magen und Darmkanale in die Chylusgefäße soll, nach der mechanischen Schule, das Herz als ein Saugwerk wirken, was aber schon aus dem Grunde ein unzulässiger Gedanke ist, weil dem Zuge einer solchen Luftpumpe, wie schon oben angeführt wurde, nothwendiger Weise zunächst die im Darmkanal enthaltenen Gasarten folgen und also dieselben ins Herz gelangen würden, was den augenblicklichen Tod zur Folge haben müßte. Auch ein Austausch der Stoffe (im Wege der Endosmose) findet hier nicht statt, da eine rückgängige Bewegung in die Intercellularräume oder gar in den Magen wohl gar nicht vorkommt. Würden die Gesetze der Endosmose hier ihre Geltung behaupten, so müßte, wenn der Magen mit festen Substanzen angefüllt ist, ein Theil des Milchsaftes (Chylus) sich von Neuem mit dem Speisebrei mischen, was gewiß dem Individuum sehr nachtheilig sein würde.

Abgesehen von den mechanischen Unterstützungsmitteln, namentlich den Klappen, welche die Bewegung des Chylus und der Lymphe nach den Anfängen der Lymphgefäße verhindern, und den Lymphherzen (welche aber beim Menschen bis jetzt nicht gefunden worden sind), stellen sich uns auch hier die im Körper erweckten electrischen Gegensätze als Grund der Bewegung dar. Schon die in der Lunge, durch das Einströmen der atmosphärischen Luft geweckten Prozesse der Thierchemie und die hieraus hervorgehenden electrischen Gegensätze müssen nothwendiger Weise hieran einen Theil haben, und wenn physikalische Bahnen durch die Blutströme hindurch gehen, wie schon oben gezeigt wurde und später noch näher dargelegt werden soll, so ist es unmöglich, zu denken, daß sie nicht auch in den

Chylus- und Lymphgefäßen Platz greifen. Hierzu kommt, daß in den Lymphdrüsen der Chylus und die Lymphe von dem arteriellen Blute der feinen Gefäße der Drüsen bespült wird (wie das Fötusblut in dem Mutterkuchen von dem Blute der Mutter) und dieselben auch unter der Wirkung der Innervation und der drüsigen Elemente der Lymphdrüsen stehen, und daß also Veränderungen hervorgebracht werden müssen, die nicht anders als unter Entstehung von electrischen Gegensätzen gedacht werden können. Somit müssen die Prozesse der Thierchemie in den Lymphdrüsen als eine Ursache der Bewegung für den Inhalt der Chylus- und Lymphgefäße angesehen werden. — Wirken auch hier die durch den Körper hindurchgehenden electrischen Gegensätze auf die Bewegung ein, so muß auch in ihnen der Hauptgrund der Resorption der Ernährungsflüssigkeiten gesucht werden (was näher in dem Kapitel von der Thierchemie und insbesondere dem von der Verdauung erörtert werden soll).

So höchst interessant uns der Mechanismus der bei dem Blutkreislauf mitwirkenden Theile, wegen seiner wundervollen Zweckmäßigkeit, erscheinen mußte, so sind wir nun doch durch die oben durchgeführten Betrachtungen zur Kenntniß von weit wichtigeren Einrichtungen gelangt, von denen sich nach dieser kurzen Untersuchung schon vermuthen läßt, daß sie nicht allein die Grundursache des Blutumlaufes und der Säftebewegung überhaupt, sondern auch die vieler andern Lebenserscheinungen sind; es sind dieses die sich bildenden electrischen Gegensätze.

Der dieser Untersuchung vorgesteckte Plan führt uns jetzt zu den Prozessen der Thierchemie und insbesondere denen der Verdauung, der Ernährung und der Absonderungen.

Die Verdauung und die Ernährung.

Ein Vorbereitungsakt der Verdauung ist die Verkleinerung der Speisen. Derselbe wird bei dem Menschen und beinahe bei sämmtlichen Säugethieren vermittelst der Zähne vollbracht. Die Reibung des Magens an den Nahrungsstoffen hat bei diesen Thieren einen kleinen Theil daran. — Der Mensch besitzt dreierlei Arten von Zähnen, die zu verschiedenartigen Zwecken dienen. In der Mitte jeder Kinnlade befinden sich vier Schneidezähne, von welchen jeder im Allgemeinen die Form eines Meisels hat, und von welchen je zwei mit ihrem scharfen Rande auf einander stehen. Wird also ein Gegenstand zwischen die acht Schneidezähne gebracht, so kann er in der Breite von vier Zähnen abgerissen oder abgezwickt werden. Zu jeder Seite dieser vier Schneidezähne stehen, ebenfalls übereinander, jedoch so, daß die Zähne nicht mit ihrer Schneide sich berühren, sondern sich etwas an einander vorüberschieben, die Eck- oder Augzähne. Diese Zähne sind keilförmig, so daß auf jeder Seite zwei tiefere Löcher in dem verletzten Gegenstande hervorgebracht werden. Sie dienen vorzüglich zum Zerreißen halbfester Gegenstände, z. B. des Fleisches, und zum Zerspalten oder Zerbrechen fester Körper, z. B. eines Stückes Zucker. An diese Zähne endlich reihen sich auf jeder Seite und in jedem Kiefer fünf Backzähne (also im Ganzen zwanzig) an. Die zwei vorderen sind kleiner als die drei hintern, und mit Kronen versehen, welche nicht so breit sind, aber zwei etwas stärker hervorragende Spitzen besitzen, so daß sie einigermaßen die keilartige Wirkung der Eckzähne unterstützen. Die drei hintern Backzähne haben breitere Kronen, welche durch zwei sich kreuzende Furchen mehr oder weniger deutlich vier Hervorragungen auf der Fläche der Krone erhalten, welche jedoch in nicht so deutlichen Spitzen sich erheben, wie die der vorderen Backzähne. Durch diese Einrichtung sind sie zum Zerquetschen und Zerreiben von Gegen-

ständen sehr passend, und heißen daher auch Mahlzähne. — Durch diese Art der Einrichtung ist der Mensch geeignet, die verschiedensten Arten von Speisen bis zu einem Brei oder Mehl zu verkleineren, und zeigt sich bestimmt, ebensowohl aus dem Pflanzen- als aus dem Thierreiche seine Nahrung zu nehmen; dagegen macht die gleichförmige Höhe aller Zähne dieselben zu einer weniger furchtbaren Angriffswaffe, als insbesondere die, oft weit hervorragenden, starken Eckzähne mancher Raubthiere sind.

Da die Einrichtung des Gebisses bei den verschiedenen Thieren zu den leicht faßlichen Gegenständen gehört, und sich uns hier zugleich Gelegenheit darbietet, verschiedene, interessante Natureinrichtungen kennen zu lernen, so möchte hier eine Stelle sein, an welcher wir von Neuem Untersuchungen über Ursache und Wirkung vorzunehmen uns aufgefordert finden dürfen. Von den zahllosen Beispielen, welche die zweckmäßige Anpassung der Einrichtung des Gebisses für die dem Thiere bestimmte Nahrung darthun, führe ich nur folgende an: Einen sehr interessanten Unterschied bieten die Zähne der Fleischfresser und die der Pflanzenfresser dar. Bei den ersteren ist der Eckzahn sehr stark entwickelt, so daß er tief in die Gegenstände einzudringen vermag und durch seine Festigkeit dazu dient, sie zu zerreißen. Zwischen beiden Eckzähnen finden sich sechs schwach entwickelte Schneidezähne, so daß also das Raubthier weniger, als der Mensch, die Gegenstände in der Fläche abzubeißen vermag. Die Backenzähne haben eine Reihe sehr scharfer Höcker und Kanten und eine weniger breite Fläche als die Mahlzähne der Pflanzenfresser. Hierdurch sind sie mehr fähig, Gegenstände in Stücke von mäßiger Größe zu zerschneiden und zu zerbrechen, als daß sie die Nahrungsmittel in einen Brei oder Pulver zu zermalmen im Stande sind. Diese Thiere schlingen daher auch das Fleisch in ziemlich großen Stücken hinab. — Bei den

Pflanzenfressern dagegen fehlen die Eckzähne entweder ganz oder sind nur schwach entwickelt, so daß diese Thiere die Hauptwaffe im Gebisse entbehren. Bei den Wiederkäuern stehen den untern Schneidezähnen keine solche im Oberkiefer entgegen, so daß keine zwei meiselartige Zähne auf einander treffen, sondern nur die untern Schneidezähne an das Zahnfleisch des Zwischenkiefers sich anpressen und also diese Thiere keinen Gegenstand eigentlich abbeißen, sondern nur abreißen können, wie z. B. das Gras. Zwischen den Schneidezähnen und den Backenzähnen ist meistens eine bedeutende Lücke. Die Backzähne sind dagegen groß und bieten breite Kauflächen dar. Manche Backzähne der Pflanzenfresser sind s. g. schmelzfaltige Zähne. Die Kauflächen besitzen nämlich theils am Rande, theils auch die Fläche durchziehend, erhöhte Kanten harter Zahnsubstanz (Schmelz), zwischen welcher die weichere Substanz liegt. Durch das Aufeinandertreffen dieser Schmelzkanten werden härtere Gegenstände, wie z. B. Körner, zerstückt, und durch das Hin- und Herbewegen der ganzen Kaufläche werden die Pflanzenstoffe vollständiger zu einem Breie zerrieben. — Bei den Nagern stehen zwei lange scharfe Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer sich einander gegenüber, (bei dem Hasen oben vier und unten zwei), wodurch sie fähig sind, ohne sich am Zahnfleisch zu verletzen, Furchen in harte Pflanzentheile einzugraben und zuletzt dieselben aus ihren Verbindungen zu bringen, theils um dieselbe als Nahrung zu benutzen, theils um hierdurch ernährende Substanzen frei zu legen, z. B. in den Nüssen.

Bei Thieren, welche von gemischter Nahrung leben, bietet das System der Bezahnung mancherlei Uebergänge dar. So z. B. ist schon beim Bär das Gebiß dem der Pflanzenfresser dadurch etwas nahe gerückt, daß die Backzähne nicht die schneidende Beschaffenheit besitzen, wie die der reinen Raubthiere, sondern mehr breite und blos höckerige Kauflächen darbieten,

und anderer Seits hat das Schwein, besonders das Wildschwein, stark entwickelte Eckzähne, wodurch seine Bezahnung dem der Raubthiere näher gestellt wird. Der Mensch besitzt die Art des Gebisses, die ihn am fähigsten macht, verschiedenartige Nahrung zu genießen.

Die Verkleinerung der Speisen durch das Gebiß ist eine beinahe nur bei den Säugethieren getroffene Einrichtung, bei den übrigen Thieren dient dasselbe vorzüglich nur zum Angriff und zum Ergreifen des Nahrungsmittels. Bei den fleischfressenden Reptilien (Amphibien) und Fischen besteht die Bezahnung meistens aus einer oder mehreren Reihen sehr spitzer, grader oder krummgebogener, konischer Zähne, zuweilen auch mit abgeplatteten Zähnen und mit sich zuspitzenden Kanten. Bei den Schlangen sind beide Unterkieferhälften vorn nur durch ein Band vereint, wodurch jeder Hälfte eine selbstständige Bewegung gestattet ist. Hierdurch, und durch die eigenthümliche, die Beweglichkeit begünstigende Einrichtung der beiden Hälften der Oberkiefer und durch einen entsprechenden Muskelapparat ist es diesen Thieren möglich gemacht, abwechselnd bald die eine, bald die andere Seite in die Speise einzuhacken und die andere Kieferhälfte weiter vorzuschieben, und dadurch sind sie im Stande, ihren eigenen Körper über die Speise hinüber zu ziehen. Diese Einrichtung ist bei den Schlangen von so großem Vortheil, weil sie nicht so schnell, wie die mit Füßen begabten Thiere, sich von einer Stelle zur andern bewegen können, und also einer Einrichtung bedürfen, um die errungene Beute ganz in ihren Körper aufzunehmen und auf diese Weise auf geraume Zeit sich mit Nahrung zu versorgen. Es können daher Dieselben sehr große Thiere verschlingen. Bei den fleischfressenden Vögeln findet sich entweder ein gekrümmter Oberschnabel, welcher zum Einhacken und Zerreißen der Speise dient, welche aber sodann in großen Stücken verschluckt wird, oder es wird nur durch den

graden und oft breiten, meistens langen Schnabel die Speise ergriffen und sodann ganz geschluckt (bei den Wasservögeln).

Auch bei den pflanzenfressenden Wirbelthieren der drei niedereren Ordnungen dient das Gebiß beinahe nur zum Ergreifen der Nahrungsmittel und zur Befreiung derselben von den sie umgebenden, nicht zur Nahrung dienenden Theilen der Pflanzen. So ist insbesondere der Schnabel der pflanzenfressenden Vögel, deren Nahrung vorzüglich aus Saamen besteht, je nach der Pflanzenart, auf die das Thier angewiesen ist, eingerichtet, den Saamenkern aus seiner Hülse zu brechen, die Saamen aus den Zapfen der tannenartigen Bäume (Coniferen) hervorzuholen u. s. w.

Ganz den Zwecken des Gebisses entsprechend ist die Einrichtung der Gelenke und der Muskulatur der Kiefer, die der Zunge, des Magens u. s. w. So z. B. sind die Kiefergelenke der Raubthiere so eingerichtet, daß beinahe nur das Oeffnen und Schließen der Kiefer und beinahe keine Seitenbewegungen gestattet sind. Hierdurch wird zwar die Fähigkeit des Kauens beschränkt, aber die Kiefer erhalten um so mehr Festigkeit und der Biß daher um so mehr Stärke. Dagegen ist bei den Wiederkäuern eine große Seitenbewegung gestattet, was bewirkt, daß die schmalere Unterkinnlade bald nach rechts, bald nach links über die Kaufläche der Zähne der Oberkinnlade sich hinschieben kann, und also ein Zermalmen der Pflanzentheile ermöglichet wird. — Die Muskulatur der Kiefer besteht bei den fleischfressenden Säugethieren vorzüglich aus sehr starken Schläfemuskeln, welche an den Kronfortsätzen des Unterkiefers sich ansetzen und aus zwar starken, aber auf den hintern Theil der Kiefer beschränkten Kaumuskeln (Masseter), wodurch bewirkt wird, daß bei großer Kraft der Bewegung, doch eine hinreichende Entfernung der Kiefer von einander zum Erfassen des Raubes gestattet wird. — Dagegen findet bei den Nagern

eine größere Ausbreitung der Kaumuskeln in die Breite statt, wodurch zwar die Entfernung beider Kiefer von einander beschränkt wird, aber die, ganz an der vorderen Spitze der Kiefer sich befindenden, Nagezähne eine große Kraft erhalten. — Die Zunge bietet ebenfalls verschiedene Arten des Baues dar, wodurch ihre Fähigkeit der Bewegung nach der Verschiedenheit der zu ergreifenden und zu verschlingenden Nahrungsmittel eingerichtet sich kund gibt. So z. B. besitzt der Ameisenfresser eine sehr lange dünne und schleimige Zunge, wodurch er die kleineren Thiere an sich zieht; der Laubfrosch vermag schnell seine Zunge aus dem geöffneten Munde herauszuwerfen und mit ihr eine Fliege zu ergreifen; bei dem Menschen ist die Zunge sehr verschiedenartiger Bewegungen fähig, nicht allein zur Hervorbringung der Sprache, sondern auch um die Nahrungsmittel zu sondern und zu bewegen; dagegen besitzen manche Thiere nur eine schwer bewegliche Zunge oder nur Rudamente einer solchen; bei den Krokodilen z. B. ist sie im Boden der Mundhöhle festgewachsen und bei den Fischen ist gewöhnlich kaum eine Spur vorhanden. Diese Thiere schlingen meistens ihren Raub im ganzen Stück hinab. — Auch der Magen ist entsprechend eingerichtet und zwar in der Regel in der Weise, daß bei den Thieren, bei welchen durch das Gebiß die Speisen genügend verkleinert werden, die Magenhäute dünner sind, und da, wo nur durch dasselbe die Nahrungsmittel aufgenommen aber nicht verkleinert werden, er mehr oder weniger mäßige Wandungen und zum Theil sehr harte innere Flächen besitzt, wodurch die Speisen durch Reibung verkleinert werden können, wie dieses namentlich bei Vögeln der Fall ist.

Die Zweckmäßigkeit dieser mechanischen Vorrichtungen ist in der That eine erstaunungswürdige und jede Einzelnheit in der Gestalt, Befestigung und Anordnung der Zähne, in den Gelenkseinrichtungen, in der Anordnung der Muskel u. s. w.

scheint auf das Wirken eines tief dringenden Verstandes hinzuweisen. Zwar ist es gewiß, daß die Entwicklung und Erhaltung mancher Organe mehr oder weniger von den äußern Verhältnissen abhängt, so daß z. B. der Sehnerve in ein Schwinden verfällt, wenn lange Zeit, etwa durch vollständige Verdunklung der durchsichtigen Theile des Auges, das Licht auf ihn zu wirken, abgehalten wird, und manche Thiere bestimmte Organe ganz verlieren, wenn ihre Lebensweise sich in der Weise ändert, daß sie dieselben nicht mehr bedürfen; es läßt sich aber die Anordnung der Zähne und der übrigen Apparate zur Aufnahme und Verkleinerung der Speisen um so weniger von der Beziehung dieser Körpertheile zu den einzelnen Nahrungsstoffen ableiten, als die erste Anordnung dieser Theile schon bei der Embryonalanlage geschehen muß. Auch besteht die erste Nahrung aller Säugethiere ausschließlich aus Milch und dennoch entwickeln sich die Zähne in der Art, wie sie den für jedes derselben, für seine spätern Lebensperioden bestimmten Speisen angemessen ist. Ebenso sehen wir, daß die Raupe, wenn sie sich verpuppt hat, während dieses Zustandes, ihre bisherigen Freßwerkzeuge und andere Theile verliert, und neue Organe, welche ihrer künftigen Lebensweise angemessen sind, erhält. In ähnlicher Weise haben wahrscheinlich in den Schöpfungstagen sehr viele Thiere ihre Organe für die Fortsetzung ihres Lebens im Larvenzustand erhalten; denn es ist, wie ich weiter unten zeigen werde, nicht anders denkbar, als daß die Säugethiere und auch die Vögel bei ihrer Entstehung einige Zeit hindurch in einem Larvenzustand sich befanden und Wasserthiere waren, und daher auch eine andere Lebensweise führten, und erst ihre endliche Bestimmung erfüllen konnten, nachdem hierzu die Organe gewachsen waren. Die kleine Larve eines Löwen konnte unmöglich sogleich derselben Nahrung, wie später das gewaltige Thier, nachgehen, und es mußten zuerst das Gebiß und

die Klauen gewachsen sein, bevor der Löwe auf Raub ausging. Diese Entwicklung der Organe bevor die Verhältnisse eintreten, für die sie bestimmt sind, hat offenbar einen innern Grund, und wir können, nach menschlicher Vorstellungsweise, nicht umhin, hierin eine, in den Naturvorgängen sich kundgebende Voraussicht zu erkennen.

Die Verkleinerung der Speisen durch das Kauen kann nur als ein Vorbereitungsakt der Verdauung und nicht als ein Theil dieses Prozesses selbst angesehen werden; denn die Verdauung ist der Anfang der Umwandlung der Nahrungsstoffe zu Theilen des Individuums, Aneignung (Assimilation), und dieser Begriff ist ein anderer, als der der Verkleinerung. Aus einem ähnlichen Grunde können wir auch die Verdauung nicht als eine Auflösung der Speisen im Magensafte betrachten, wenn gleich diese Auflösung eine unerläßliche Bedingung zur Verdauung ist, weil Auflösung nicht Aneignung ist. Wenn ein berühmtes physiologisches Werk über die Verdauung den wesentlichen Akt derselben in der Auflösung der Speisen durch die im Magensaft enthaltenen Säuren sucht, so ist übrigens nicht allein die so eben vorgebrachte Einwendung zu erheben, sondern auch in Betrachtung zu ziehen, daß die Säuren manche Stoffe zur Gerinnung bringen, wie namentlich den Käsestoff in der Milch, so daß ein schon flüssiges Nahrungsmittel zunächst in ein festes übergeführt und sodann erst aufgelöst wird. Es beweist dieser Umstand, daß neben den Säuren noch ein anderer Einfluß in dem Magen wirke, welcher zu der Auflösung der Speisen mitwirkt. — Die Auflösung der Speisen, welcher der zweite vorbereitende Akt der Verdauung ist, beginnt zum Theil schon im Munde, indem die Flüssigkeit des Speichels sich den Stoffen beimengt, und wird im Magen und zum Theil auch in dem Zwölffingerdarm vollendet, und zwar unter der Mitwirkung der Thierchemie; denn es werden Stoffe aufgelöst,

welche weder das Wasser, noch die im Magensaft enthaltenen Säuren in einen flüssigen Zustand zu versetzen vermögen.

Wenn wir zunächst nach dem Begriffe des Wortes Verdauung, so wie desjenigen des Wortes Assimilation, suchen, so stellt sich heraus, daß wir hierunter nicht jede Aufnahme eines äußeren Stoffes in die Zusammensetzung des Körpers verstehen. Von dem durch die Lunge aufgenommenen Sauerstoff z. B., der mit dem arteriellen Blute den Geweben zugeführt wird und mächtig in die Thierchemie eingreift, und auch vom Wasser, sagen wir nicht wohl, daß wir sie verdauen; dagegen gebrauchen wir diesen Ausdruck von den Nahrungsstoffen, die in Theile der Gewebe unseres Körpers verwandelt werden. Es stellt sich bei der ersten Betrachtung schon heraus, daß unser Magen und überhaupt der thierische Körper nicht fähig ist, aus den einfachen Elementen, namentlich Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Phosphor und Schwefel, den Körper zu bilden, sondern nur vermag, schon gebildete organische Körper mehr oder weniger zu verwandeln, so daß sie die einzelnen Theile des Körpers einige Zeit hindurch darzustellen vermögen. Diese Stoffe spielen also bei der Verdauung nicht blos eine passive Rolle, sondern wirken vermöge ihrer Organisation ein, welche der der Theile, welche sie bilden werden, schon ähnlich oder beinahe gleich ist. Es gilt dieses insbesondere von den eiweisartigen Körpern, welche immer in einer gewissen Menge in den Körper gelangen müssen, wenn für die Dauer derselbe erhalten werden soll. Es scheint selbst, daß Substanzen, welche den wesentlichsten Bestandtheil der Eiweißkörper besitzen, nämlich Stickstoff, durch dessen Anwesenheit sie sich namentlich von Stärkemehl und Zucker unterscheiden, dennoch nicht für die Dauer dieselben ersetzen können, wie dieses mit Leim und Knorpelleim der Fall zu sein scheint. Wir können hieraus den Schluß ziehen, daß diese Substanzen nicht

blos durch die Menge der einfachen Stoffe (chemischen Atome), die sie dem Körper zuführen, als Nahrungsmittel wirken, sondern durch die Art ihrer Verbindung, wahrscheinlich durch die Art der Lagerung der chemischen Atome in ihnen. Es gewinnt selbst den Anschein, daß die eiweißartigen Körper mitwirken, um andere organische Substanzen, welche die nämlichen chemischen Atome besitzen, namentlich Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie z. B. mehrere in der Fleischbrühe enthaltenen Substanzen, in die nämliche Organisation überzuführen. Ist dieses der Fall, so würden die eiweißartigen Körper nach Art der Fermente wirken, welche ebenfalls den Stoffen einen Stoß geben, daß sie in gewisse Bewegungen und Umlagerungen gesetzt werden.

Auch die organischen Substanzen, welche nicht zu den Eiweißkörpern (den s. g. Proteinverbindungen) gehören, wirken durch ihre Organisation ein, denn es wäre unmöglich, den Körper mit einer gewissen Portion Eiweiß und außerdem mit einfachem Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, u. s. w. zu ernähren. Somit erscheint es als eine Nothwendigkeit, daß bestimmte Gruppen von chemischen Atomen, in welchen die einfachen Stoffe in bestimmten Zahlen und Lagerungen mit einander vereint sind, auf einander wirken müssen, wenn die Prozesse der Thierchemie ihren ungestörten Fortgang behaupten sollen. Namentlich ist die Vereinigung der eiweißartigen Körper mit einer gewissen Portion stickstoffloser Substanzen schon aus dem Grunde nothwendig, weil durch den Hinzutritt des Sauerstoffes der Atmosphäre aus den eiweißartigen Körpern allem Anscheine nach die übrigen Elemente schneller, als der Stickstoff, herausgenommen werden, und namentlich der Kohlenstoff als Kohlensäure beim Ausathmen ausgehaucht wird, und also diese Stoffe wieder den eiweißartigen Körpern zugeführt werden müssen, wenn diese nicht zerfallen sollen.

Da die eiweißartigen Substanzen zur Bildung der meisten Gewebe ein unumgängliches Erforderniß sind, so nannte man (Liebig) dieselben die plastischen Nahrungsmittel oder Nahrungsmittel im engeren Sinne, und da das Stärkmehl, die Fette und die anderen stickstofflosen Nahrungsmittel die Stoffe enthalten, welche mit dem Athmen ausgeschieden werden, so nannte man sie Respirationsmittel. Es dürfen jedoch die Vorgänge nicht in der Weise aufgegriffen werden, als ob die eiweißartigen Substanzen die alleinigen Gewebebildner wären, und zum Athmen keine Stoffe abgäben, und dagegen die stickstofflosen Nahrungsmittel keine Theilchen für die Gewebe liefern würden und nur dazu dienten, mit dem Sauerstoff der Atmosphäre, welcher beim Athmen in den Körper eindringt, sich zu verbinden und also zu verbrennen, und demnach Nichts anderes wären, als Respirations- oder Feuerungsmittel. Die Eiweißkörper geben auf der Reihe ihrer Umwandlungen bis etwa zur Muskelfaser und von ihrer höchsten Entwicklung bis zum Zerfallen zu unbrauchbaren Substanzen beständig Theilchen ihrer Bestandtheile ab, da alle diese Veränderungen nur unter der Mitwirkung des Sauerstoffes geschehen, und liefern also zu den Verbrennungsprozessen, und also auch für den Athmungsprozeß immer einen Theil ihrer Kohlenstoff- und Wasserstoffatome, und die stickstofflosen Nahrungsmittel treten nicht allein als Fett in die Gewebe ein, sondern greifen bei der, schon in dem Magen beginnenden Bewegung in den Atomengruppen in die der eiweißartigen Körper ein, und leisten also nicht allein bei der Bildung der thierischen Wärme, sondern bei der Gewebebildung bestimmte Dienste.

Die nicht organischen Substanzen, welche ebenfalls durch den Magen und den Darmkanal aufgenommen werden, wirken, wie es scheint, nur durch die Qualität ihrer Stoffe und nicht durch die Art der Lagerung derselben oder durch eine Organi-

sation ein. Gewisse Substanzen der Art sind für die Oeconomie des Lebens demungeachtet unentbehrlich. So z. B. ist das Wasser schon zu dem Zwecke nothwendig, um die Auflösung der Stoffe, ohne welche sie nicht chemisch wirken können, möglich zu machen. Das Kochsalz dient als Reiz, um den Magen und wohl auch die Gewebe zu der, für die Umsetzung der Stoffe nöthigen Kraftäußerung stärker anzuregen, und liefert das Natron, welches in dem Blute mit den eiweißartigen Körpern verbunden auftritt, (die Natronalbuminate) und wohl dem Blute vorzüglich den alkalischen Character gibt, während die, in den meisten Geweben enthaltene, Zwischenzellenflüssigkeit sauer reagirt. Die Aufnahme von Säure und zu sauren Umsetzungen geneigten Substanzen ist oft nützlich, um einer vorherrschenden Neigung zur Alcalescenz entgegen zu wirken. Das Eisen, welches übrigens in der Regel in genügender Menge in den Nahrungsmitteln enthalten ist, ist nothwendig, um die chemische Zusammensetzung des Blutrothes zu erhalten. Kalktheilchen, welche dem Menschen in hinreichender Menge in den Speisen zugeführt werden, sind für die Erzeugung der Knochen erforderlich, und müssen von Vögeln, um die Eierschalen erzeugen zu können, noch besonders genossen werden u. s. w.

Von diesen verschiedenen Substanzen, welche zur Zusammensetzung der Gewebe und Flüssigkeiten im Körper nothwendig sind, werden die organischen Substanzen für den Menschen theils von den Pflanzen, theils von Thieren geliefert.

Die Pflanzen vermögen allein, unmittelbar aus den, in der Außenwelt enthaltenen, einfachen Stoffen, dem Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff u. s. w. organische Substanzen zn bilden, und stellen also für die Thierwelt im Ganzen gleichsam den ersten Magen dar. Ja sie waren höchst wahrscheinlich in der That, wie ich in der Darstellung der Schöpfungsgeschichte zu zeigen versuchen werde, in den zuerst entstandenen

organisirten Körpern, (Zellen) der dem Visceralblatt in dem Eie analoge Theil, der also damals den, in denselben Hülsen eingeschlossenen Keimen der ersten Thiere die ernährenden Substanzen zuführte.

Es nimmt die Pflanze die zur Bildung organischer Substanzen nothwendigen Stoffe zum Theil aus der Luft auf. — Der Sauerstoff der Atmosphäre wirkt bei der ganzen Oxydation der Stoffe. — Den für die Oeconomie der Thiere so wichtigen Stickstoff scheint sie nicht unmittelbar aus den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft zu gewinnen (79 Theile Stickstoff und 21 Sauerstoff), sondern aus dem Ammoniak, welcher sich aus verfaulenden Pflanzen und Thieren entwickelt und auch in Gewittern erzeugt werden kann, indem sich in denselben leicht salpetrichte Säure bildet, welche sich unter Hinzutritt von Wasserdünsten in Ammoniak umsetzen kann. — Kohlensäure ist ebenfalls der atmosphärischen Luft beigemengt und die Pflanze vermag die Kohlensäure zu zersetzen und Kohlenstoff an sich zu ziehen. — Wasserdünste sind immer mehr oder weniger vorhanden, zuweilen Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas u. s. w. — Aus dem Boden und dem ihm zuströmenden Wasser ziehen die Pflanzen großentheils ihre wässerigen Theile an sich nnd nehmen die Bestandtheile der Humusmaterien auf, nämlich der Mittelbildungen zwischen den organischen Stoffen, unmittelbar nach dem Verluste des Lebens, und den einfachen Elementen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, so wie Phosphorsäure und Kohlensäure in Verbindung mit Kalk, schwefelsaures Kali, salpetersaures Kali, Chlornatrium, Bittererde, Jodkalium, Eisensalze und andere, durch Verwitterung von Gesteinmassen und Auflösungen in dem Wasser ihm zugängliche Stoffe.

Aus den genannten Stoffen bereiten die Pflanzen in überwiegender Menge die stickstofflosen Nahrungsstoffe, namentlich das Stärkemehl, welches den Hauptbestandtheil des Getreides

und der Kartoffeln bildet, den Zucker und die Oele, und erzeugen in den meisten Pflanzentheilen nur eine sehr geringe Menge von eiweißartigen Körpern, in verschiedenen Modificationen, als lösliches und unlösliches Pflanzeneiweiß. Während in den Kartoffeln beinahe keine derartige Stoffe enthalten sind, befinden sie sich schon in den Getreidearten in etwas größerer Menge und finden sich als Erbsenstoff ziemlich reichlich in einigen Samen, namentlich Erbsen, Bohnen und Linsen vor.

Ein Theil der Thiere, die Raubthiere, ist nicht darauf eingerichtet, aus den Pflanzen die nöthige Menge der ernährenden Stoffe ziehen zu können, namentlich sich die, für seine kräftigen Lebensprozesse nothwendige Menge eiweißartiger Körper aus denselben auszuziehen, und bedarf daher der Pflanzenfressenden Thiere zur Vorbereitung seiner Nahrungsstoffe. Die letzteren Thiere stehen also zu den Fleischfressern in einem ähnlichen Verhältniß, wie die Pflanzen zu den pflanzenfressenden Thieren, und sind für dieselben der die Stoffe vorbereitende Apparat, wie das Visceralblatt für die Zellen des übrigen Körpers, in welchen die dort vorbereiteten Stoffe von Neuem verarbeitet werden. Der Mensch ist nicht so vollkommen an die pflanzenfressenden Thiere gebunden, wie die Raubthiere, indem er einen großen Theil seiner Stoffe unmittelbar aus der Pflanze aufzunehmen vermag. Dennoch ist er nicht im Stande, seine Gesundheit für die Dauer zu erhalten, ohne einen Theil seiner Nahrung in der, durch die Pflanzenfresser bereiteten Concentration der ernährenden Stoffe und die durch dieselbe bewirkten Umwandlungen zu erhalten.

Die pflanzenfressenden Hausthiere des Menschen, welche es vorzüglich sind, die für ihn die Nahrungsstoffe aus dem Pflanzenreiche ausziehen, und in ihrem Fleische und ihrer Milch eine kräftigere Nahrung bereiten, sind Wiederkäuer. Sie vermögen Jenes dadurch, daß sie vier Mägen besitzen, von welchen die

beiden ersteren, der außerordentlich große Pansen und der Netzmagen, beinahe blos als Behälter dienen, und die zwei letzteren, der Blättermagen und der Laabmagen, vorzugsweise die Verdauungsmägen sind. Durch diese Einrichtung und dadurch, daß die in den ersten Magen aufgespeicherten Nahrungsmittel wieder in den Mund zurückkehren und nun erst sorgfältig verkaut und eingespeichelt werden, wird es dem Thiere möglich gemacht, das eigentliche Verdauungsgeschäft, nachdem vorher die wenig kräftigen Nahrungsmittel auf der Waide gesammelt wurden, in vollkommener Körperruhe zu vollführen, wodurch also wenig Kraft und hierdurch verhältnißmäßig wenig Materie verbraucht wird. Da diese Thiere eine große Menge stickstoffloser Nahrungsmittel und eine verhältnißmäßig geringe Menge eiweißartiger Körper verzehren, so ist, bei dem auch hier stattfindenden geringeren Kraftverbrauch, anzunehmen, daß der Stickstoff weniger schnell aus seinen Verbindungen trete, und die bei dem Athmen verbrauchten Stoffe, also die Stoffe, welche durch die stickstofflose Nahrung zugeführt werden, vorzüglich es sind, welche ihre Stellen wechseln. Wird nun ein solches Thier mit reicher Nahrung gefüttert, so sammelt sich doch aus ihr eine bedeutende Menge von eiweißartigen Substanzen, und die Masse von stickstofflosen Nahrungsstoffen ist größer, als die Menge der bei dem Athmen austretenden Kohlenstoff- und Wasserstoffatome, und wird zu Fettzellen verwandelt. Auf diese Weise sammeln diese Thiere oft in außerordentlicher Menge die Nahrungsstoffe an, welche der Mensch zur Unterhaltung seiner kräftigeren Lebensactionen nothwendig hat.

Die interessante Thatsache, daß die Thiere aus den äußern Elementen die organischen Substanzen, aus welchen sie bestehen, nicht bereiten können, und daß die Raubthiere und der Mensch noch weiterhin der pflanzenfressenden Thiere bedürfen, um die durch die Pflanzen gewonnenen Stoffe für sich vollends zube-

reiten zu lassen, so wie die sehr wahrscheinliche Abstammung von Pflanzen und Thier, und auch die von Thieren verschiedener Art aus gemeinschaftlichen Keimmassen lassen uns von Neuem die überall sich kundgebende Zweckmäßigkeit in den Natureinrichtungen bewundern. — Die in der Außenwelt sich vorfindenden, zur Bereitung der organischen Substanzen tauglichen Stoffe können unmöglich in solchen Ansammlungen vorhanden sein, daß jedes Thier, an dem Orte, an welchem es sich befindet, so viel absorbiren könnte, als es täglich verbraucht, wenn auch eine Einrichtung zu dieser Aufnahme der chemischen Elemente von außen getroffen wäre. Die über die ganze Erdoberfläche verbreitete Pflanzenwelt in ihrer ruhigen Existenz vermag aber dieses Einsammeln der Atome zu vollbringen, und ebenso ist der beinahe blos vegetirende Wiederkäuer geeigneter, als das Raubthier, die immerhin in der Pflanze noch weit auseinander liegenden, für das Thier tauglichen Nahrungsstoffe zu sammeln und aus ihnen die kräftigeren thierischen Substanzen zu bereiten. — Auch ist das Thier, wenn seine Entstehung an die der Pflanze geknüpft ist, also wenn sein Keim zugleich mit dem Pflanzenkeim in den Urzellen entstand, sicher, an seiner Geburtsstätte die ihm nothwendige Art der Pflanzennahrung zu finden (wie namentlich jedes Insekt die Pflanze, auf welche es angewiesen ist) und für das Raubthier, wenn sein Keim zugleich mit dem des Pflanzenfressers entstand, ist ebenfalls eine Nahrung geschaffen (Vergl. das Kapitel über die Schöpfungsgeschichte der Pflanzen- und Thierwelt). — Endlich liegt auch in der getroffenen Einrichtung der Natur die Bürgschaft, daß im Allgemeinen, wenn nämlich nicht Zufälligkeiten Störungen herbeiführen, ein richtiges Verhältniß zwischen Pflanzen- und Thierwelt und den verschiedenen Arten der Thiere besteht, und ebensowenig eine einzelne Thierart ganz überwiegend wird, als daß sie ganz ausstirbt. Denn da das eine mit dem andern

unter gleichen Verhältnissen entstand und eines auf das andere angewiesen ist, so wird der übermäßigen Vermehrung eines Thieres ebensowohl durch seine Feinde vorgebeugt, als ein Aussterben einer Thierart im natürlichen Gang der Natur nicht leicht geschieht, da überall auch an Ort und Stelle die Bedingungen für das Fortkommen ihrer Nahrung vorhanden ist. Nur da, wo die von dem Menschen eingeführte Cultur den Boden beherrscht, hörte die Kraft dieser Gesetze auf oder es gelten vielmehr dieselben nur in Beziehung auf ihn selbst.

Die von den Pflanzen und den Thieren für uns bereiteten organischen Substanzen und die übrigen Stoffe, welche wir zum Zwecke der Erhaltung unserer festen und flüssigen Körperbestandtheile in uns aufnehmen, erleiden und bewirken in uns folgende Veränderungen.

Es stehen die uns zur Nahrung dienenden Stoffe und überhaupt die in die Thierchemie eingehenden äußern Potenzen in bestimmten Beziehungen zu unserm Körper, welche großentheils durch eigene Empfindungen unserm Bewußtsein angezeigt werden. Bei niedereren Thieren drücken sich diese Beziehungen mit solcher Bestimmtheit in den Gefühlen aus, daß dieselben mit großer Sicherheit ihre Nahrung wählen, z. B. die Insekten, welche oft nur eine einzige Pflanze genießen und alle andern zurückweisen. Aber auch bei dem Menschen sind die in den Nerven sich kundgebenden Bewegungen, welche mit der Stoffaufnahme in Beziehung stehen, noch sehr deutlich, indem sich z. B. das Bedürfniß von Wasser durch den Durst, das von Speise durch den Hunger, das von Sättigung im Allgemeinen oder mit einer bestimmten Speise durch Mangel an Appetit und auch durch Eckel, und oft sehr deutlich das Bedürfniß der Aufnahme einer bestimmten Art von Stoffen durch einen Trieb nach derselben kund gibt. — Durch diese Einrichtung rettet die Natur die ganze Thierwelt vom Verderben;

denn selbst der Mensch könnte mit Hülfe der im Laufe von Jahrtausenden errungenen Kenntnisse auch jetzt noch nicht mit Sicherheit seine Nahrung bestimmen, wenn ihn die Naturtriebe nicht leiten würden. Diese lehrten aber schon sehr frühe bei Bereitung seiner Speisen ihn zu dem Mehle Eier und Milch, zum Gemüse Fleisch, zum Käse Brod hinzuzufügen u. s. w.

Wenn wir in Ueberlegung ziehen, daß, wie ich später bei den Betrachtungen über die Schöpfungsgeschichte darzulegen suchen werde, die Bauanlage der ersten organisirten Körper nur durch eine, nach bestimmten Richtungen erfolgende Vereinigung der chemischen Atome erfolgen konnte, was schon an und für sich auf polarische Wirkung hinweiset, und daß höchst wahrscheinlich die ersten Pflanzen- und die ersten Thierkeime in gemeinschaftlichen Mutterzellen sich bildeten und also eine Beziehung zu einander hatten, so wird das von mir hier über die Beziehung der äußern Elemente zum Körper und die sie bezeichnenden körperlichen Empfindungen Vorgebrachte, im Allgemeinen leicht begreiflich erscheinen.

Im Munde erregen die Nahrungsstoffe eine vermehrte Speichelabsonderung, welche zuweilen auch blos bei dem Gedanken an die Speisen sich einstellt, und es findet, vorzüglich während des Verkauens, die Einspeichelung statt. Die Speichelabsonderung wird von den Speicheldrüsen, beim Menschen auf jeder Seite drei, bewirkt und hat vorzüglich den Zweck, das Hinabschlingen der Speisen durch Beimengung von Flüssigem zu erleichtern. Bei den im Wasser lebenden Thieren fehlt die Einspeichelung gänzlich. Außerdem wirkt aber der Speichel, in Verbindung mit der übrigen Mundflüssigkeit, nicht allein dadurch auf die Umsetzung der Stoffe ein, daß er zur Auflösung der Stoffe beiträgt, sondern er vermag eine Umwandlung des Stärkmehls zuerst in Dextrin, und sodann in Zucker hervorzubringen, wodurch die übrige Umwandlung dieses Stoffes

angebahnt ist. Diese, von dem Speichel angeregte Bewegung dauert in den stärkemehlartigen Substanzen auch in dem Magen noch fort, und bei guter Einspeichelung während des Verkauens werden diese Nahrungsmittel auch in dem Magen kräftig verarbeitet, während bei schlechter Einspeichelung die Verdauung dieser Stoffe erst in dem Zwölffingerdarm mit größerer Kraft beginnt, wo durch den Saft der Bauchspeicheldrüse die Wirkung des Speichels ersetzt wird. — Es scheint, daß in dem Speichel, wie in dem Magensaft, ein eigenthümlicher Stoff sei, der vorzüglich die erwähnte Umsetzung bewirke. Ein besonderer Stoff, der Speichelstoff (Ptyalin), welcher mit den eiweißartigen Substanzen verwandt ist, ist in dem Speichel nachgewiesen.

Nachdem die Speisen, wo es nothwendig war, gehörig verkaut und eingespeichelt worden sind, gelangen sie durch die Speiseröhre in den Magen. Die, durch vielseitig sich durchkreuzende Muskelbündel äußerst beweglich gemachte, Zunge veranlaßt zunächst die Bewegung der Speisen nach hinten und unten, indem sich zuerst die Zungenspitze und sodann, fortschreitend, der größte Theil der Zunge an den Gaumen anlegt. An dem Eingange zum Schlundkopfe ist eine interessante Einrichtung angebracht, welche verhindert, daß die Speisen nicht in die hinteren Nasenöffnungen (Choanen) eintreten. Am Schlusse der Mundhöhle befindet sich nämlich der Gaumenvorhang mit einer Verlängerung in der Mitte, dem Zäpfchen, wodurch die Speisen von dem obern Theile der Rachenhöhle abgelenkt werden und gegen die Tiefe ihre Richtung erhalten. Dabei senkt sich der Gaumenvorhang zu jeder Seite des Zäpfchens bogenförmig herab und theilt sich in zwei Falten, zwischen welchen die Mandeln liegen. Während nun der Bissen an den vorderen Falten vorübergleitet, ziehen sich die hinteren zusammen und schließen die Choanen, so daß kein Theil der Speise in die Nasenhöhle dringen kann.

Eine andere Einrichtung, um der Speise und dem Getränke einen für dieselben nicht bestimmten Weg zu verschließen, bildet der Kehlkopfdeckel. Derselbe ist in der Weise am äußeren Rande des Kehlkopfes angebracht, daß er, wenn das Individuum nicht im Schlingen begriffen ist, am Grunde der Zungenwurzel grade in die Höhe steht und der durch den Mund oder die Choanen einströmenden Luft den Zutritt in den Kehlkopf und von da in die Luftröhre und die Lungen gestattet; daß aber, wenn ein Gegenstand über die Zunge herabgleitet, derselbe von diesem auf seiner äußeren Fläche getroffen und auf den Eingang zum Kehlkopf herabgedrängt wird, wodurch dessen Eingang sich schließt. Auf diese Weise gleiten die Speisen und die Getränke auf einer, von einem Knorpel gebildeten Brücke über die Kehlkopföffnung hinüber und gelangen in die Speiseröhre. Auf diesem Wege werden die Speisen zuerst durch Zusammenziehung der Muskeln des Schlundkopfes und sodann durch die von Stelle zu Stelle fortschreitende Zusammenziehung der Muskeln der Speiseröhre nach unten getrieben und gelangen in den Magen. In dem Schlundkopfe ist die Bewegung noch eine willkührliche und die Muskeln sind sämmtlich quergestreift. In der Speiseröhre geht das System der quergestreiften Muskeln allmählig in das der glatten Muskelfasern über, und die Bewegung wird zu einer unwillkührlichen.

In dem Magen findet der Hauptact der Verdauung statt. Man war nach den Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin einige Zeit geneigt, den Hauptgrund der Verdauung in den Säuren des Magensaftes zu suchen, stimmt aber nun darin ziemlich allgemein zusammen, daß der von Schwann entdeckte, eiweißartige Stoff, den er Pepsin nannte, die Veränderungen in den Speisen vorzüglich bewirke, wozu jedoch die Mitwirkung der freien Magensäuren erforderlich seie. — Es scheint mir, daß die Verdauung ganz auf die nämliche

Weise, wie die Stoffumwandlungen im übrigen Körper bewirkt werde. Ueberall sehen wir zweierlei Ursachen der Stoffumsetzungen. Die eine ist die Thätigkeit des Organes, wie z. B. in den Muskeln, indem sich durch dieselbe die saure Intercellularflüssigkeit bildet, und die andere ist die Einwirkung des von außen beigeführten Sauerstoffes, wodurch immer einzelne Atome aus den organischen Substanzen herausgenommen werden, und nach verschiedenen Umwandlungen endlich nach aussen geführt werden, namentlich der Kohlenstoff mit dem Athmen als Kohlensäure. Jeder kleine Körpertheil, Gewebezelle, übt eine Einwirkung auf die in ihm vorgehende Umsetzung der Stoffe aus, wozu aber dessen Zusammenhang mit dem Ganzen, der durch Nervenbahnen vermittelt wird, durchaus erforderlich ist. Dieser Einfluß der Zelle auf die in sie eindringenden Stoffe wird ohne Zweifel durch die in der Zelle selbst enthaltenen und mit ihnen unmittelbar in Berührung kommenden Substanzen bewirkt, wobei dieselben, nicht allein vermöge der ihnen eigenen chemischen Qualität der Atome, sondern durch die, von der Zelle erhaltene, ohne Zweifel durch die electromotorischen Strömungen der Nerven und durch die Organisation der Zelle bewirkte, eigenthümliche Lagerung der Atome wirken. Strömt nun anderer Seits das sauerstoffreiche, arterielle Blut an den Gewebezellen vorüber, und bricht es gewisse chemische Atome, namentlich Kohlenstoffatome, aus den organischen Substanzen heraus, so muß nothwendig eine Bewegung in der Materie entstehen, welche aber immer von den organisirten Theilen abhängig ist und ihre bestimmten Richtungen erhält. — Ganz ähnlich verhält es sich mit der Verdauung. — Die der Verdauung unterworfenen organischen Substanzen kommen in dem Magen mit dem Pepsin in Berührung, das seine bestimmte Organisation besitzt, und durch dieselbe (Polarisation der Atome) wirkt, und mit der Magenwandung selbst, auf welche die Nerven

wirken, und anderer Seits üben auf dieselben die freien Magensäuren (Salzsäure und Milchsäure) ihre Macht aus. Durch die letzteren werden Theilchen der Nahrungsstoffe oxydirt und treten wahrscheinlich theilweise aus ihrer Verbindung aus, worauf eine Bewegung in dieser Atomengruppe entsteht. Auf diese Bewegung übt das Pepsin und vielleicht die Magenwandung sebst einen derartigen Einfluß aus, daß die Atome sich nach bestimmter Ordnung legen und eine, dem Körper, in den sie aufgenommen werden, entsprechende Organisation erhalten. Das Pepsin, das bei diesen organisirenden Bewegungen eine so große Rolle spielt, verliert nur $1/_{60000}$ Theil seines Gewichtes, so daß seine Wirkung weniger eine chemische, nämlich eine Verbindung desselben mit den Nahrungsstoffen, (wie etwa die einer Säure mit den Alcalien) als eine physicalische ist, so daß angenommen werden muß, das Pepsin gibt durch die Anordnung (Polarisation) seiner Atome den in Bewegung begriffenen Atomen der Nahrungsstoffe die Richtung und mithin die Organisation selbst, wobei allerdings einzelne Atome des Pepsins in die Atomengrüppe des Nahrungsstoffes eintreten mögen.

Da es wahrscheinlich ist, daß durch die Säuren gewisse chemische Atome aus den Nahrungsstoffen ausgeschieden werden, so kann angenommen werden, daß eine bestimmte organische Substanz, z. B. ein eiweißartiger Körper in dem Verhältniß seiner Atome zu einander wesentlich durch die Säuren verändert werden müßte, wenn nicht durch die organisirende Kraft, welche hier vorzüglich im Pepsin zu liegen scheint, die brauchbaren Atome benachbarter Atomengruppen in die Bewegung mit hineingezogen würden, so daß also hier schon der nämliche Vorgang stattfindet, den ich bei der Darstellung der Ernährung schildern werde, daß nämlich die organisirten Theile dadurch sich in ihrer Integrität erhalten, daß sie für die austretenden Atome

wiederum neue Atome aus den benachbarten Atomengruppen an sich ziehen, z. B. das Muskelfibrin die austretenden Kohlenstoffatome aus dem benachbarten Fette. Hieraus erklärt sich, warum selbst schon für die im Magen vor sich gehenden Prozesse der Thierchemie eine gemischte Nahrung vortheilhafter, als eine solche von ganz gleichen Stoffen ist, indem z. B. bei einem Fleische, welches mit Fett durchwachsen ist, der eiweißartige Körper (das Muskelfibrin) seine Verluste an Kohlenstoff und Wasserstoff leichter aus dem Fette nehmen kann, als die eine Portion des gleichen Stoffes, wenn z. B. vollkommen mageres Fleisch ohne Brod oder Gemüse genossen wird, die andern der für sie brauchbaren Atome berauben kann.

Dieses Ineinandergreifen der Stoffe bei der Verdauung ist nach Erfahrung und Theorie, namentlich bei folgenden Substanzen nothwendig oder nützlich: Reine eiweißartige Stoffe bedürfen der stärkemehlartigen Körper oder der Fette. Der Erfahrung gemäß ist ein mit Fett durchwachsenes Fleisch leichter verdaulich, als ein ganz mageres, was in dem so eben Vorgebrachten seine Erklärung findet. Ein Stück reinen Käses verletzt sehr leicht die Verdauung, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, daß beim mangelnden Wiederersatz der austretenden Kohlenstoff- und Wasserstoffatome, Stickstoffatome frei werden oder in Verbindungen treten, die zu Zersetzung geneigt sind; wird dagegen zugleich ein Stück Brod oder Butter und Brod genossen, so werden die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome ersetzt und ein erneuter eiweißartiger Körper geht in die Chylusgefäße über. — Die Verdauung des Fleisches wird durch etwas Salat und Gemüse unterstützt, die des Eigelbes und des Eiweißes durch Brod u. s. w. was in ähnlichen Verhältnissen seinen Grund hat. — Für reines Stärkemehl ist nicht sowohl das Pepsin des Magensaftes als ein bestimmter Stoff im Speichel und dem Bauchspeichelsaft das die Bewegung be-

stimmende Ferment, wodurch die Umsetzung desselben in Zucker, Milchsäure, die Fettsäuren und Fette bewirkt wird. Wird es daher in größerer Menge ohne Zusatz anderer Substanzen genossen, so belästiget es den Magen, und geräth leicht in Zersetzungen, indem die organische Umsetzung vorzüglich im Zwölffingerdarm von statten geht. Wird aber das Stärkemehl in Verbindung mit eiweißartigen Substanzen genossen, z. B. in Verbindung mit Eiern oder mit Milch und Käse, so zieht die Bewegung in den Atomengruppen der eiweißartigen Körper die Atome des Stärkemehls in sich hinein, und das Stärkemehl wird mit diesen Substanzen zugleich verdaut und geht theilweise in sie über. Selbst der Zusatz von etwas Fett erleichtert die Verdauung des Stärkemehles im Magen, wahrscheinlich dadurch, daß das Fett, insbesondere das thierische Fett, den organischen Substanzen des Körpers viel näher stehend, als das Stärkmehl, in seinen Atomen leichter in Bewegung geräth als dieses, und besonders nach erfolgter guter Einspeichelung des Bissens, mit der Atomengruppe des Stärkemehls in die Metamorphosenreihe der organischen Substanzen des Körpers eintritt, wodurch sich Zucker, Milchsäure, Fettsäuren und Fette bilden, welche Substanzen zum Theil im Magen, zum Theil im Zwölffingerdarm und im Laufe durch die Gefäße und in den Geweben ihre Vollendung erreichen, und in die Bewegung der übrigen Atomengruppen eingreifen, — Fett in großer Menge und ohne Zusatz genossen verletzt leicht die Verdauung, was darin seinen Grund zu haben scheint, daß auf dasselbe weniger das Pepsin als der Saft der Bauchspeicheldrüse wirkt und es im Magen leicht in selbstständige, zur Zersetzung führende, Bewegung seiner Atome geräth. Es sind daher die Zusätze von magerem Fleische und andern eiweißartigen Körpern seiner Verdauung förderlich, weil diese Substanzen vorzüglich im Magen in die Bewegung ihrer Atome gerathen und das Fett in dieselbe

hineinziehen. Auch erleichtern Stärkmehl, Zucker, Gemüse und andere derartige Nahrungsmittel die Verdauung des Fettes, weil das Fett, an sie gebunden, nicht so leicht in selbstständige Bewegung (Zersetzung) verfällt, sondern in ihre allmählige, mit der Einspeichelung beginnende Umsetzungen eingeht, die aber wohl in der Regel erst im Zwölffingerdarm zu ihrer vollkommenen Kraft gelangen.

Die eiweißartigen Nahrungsstoffe, welche vorzüglich oder ganz im Magen verdaut werden, erleiden in ihrer Zusammensetzung keine derartige Veränderung, daß die Quantitäten des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs, oder auch nur des Schwefels irgend eine Veränderung erfahren, und doch zeigen sie nach der Verdauung bedeutende Veränderungen ihrer Eigenschaften, die diese Peptonen (wie man sie mit Lehmann nennt) wesentlich von den ursprünglichen eiweißartigen Körpern unterscheiden, z. B. daß weder organische noch Mineralsäuren Fällungen oder Trübungen ihrer Auflösungen veranlassen. Da die Mengeverhältnisse der, diese Peptonen zusammensetzenden Elemente das nämliche ist, wie in den eiweißartigen Nahrungsstoffen, die ihre Muttersubstanzen sind, so scheint die Verdauung der eiweißartigen Körper im Magen nur in einer, unter der Einwirkung des Pepsins geschehenden Umlagerung der Atome zu bestehen. — Die durch die Verdauung von Leim (Glutin) und von Knorpelleim (welches keine vollkommene eiweißartige Körper sind) erhaltene Peptonen zeigen nach Lehmann die nämlichen Eigenschaften, wie die Peptonen der Eiweißkörper, so daß es den Anschein gewinnt, daß durch die Verdauung die beiden Substanzen in wirkliche Eiweißkörper verwandelt werden.

Die Dauer, welche die Auflösung und die Umsetzungen der Nahrungsstoffe im Magen bedürfen, beträgt zwischen 1 bis 6 Stunden und im Durchschnitt etwa 3 bis 3½ Stunden. Die

flüssigen Theile verschwinden größtentheils im Wege der Aufsaugung. Der Speisebrei besteht gegen das Ende der Verdauung in einer halbdurchsichtigen, gräulichen, gallertartigen Masse, in welcher viele mikroskopisch kleine und größere Körnchen und Bröckchen und Bruchstücke unverdauter vegetabilischer Theile und von Sehnen, Knorpeln und andern Speiseresten enthalten sind.

Die Bewegung des Magens hat bei dem Menschen keinen großen Einfluß auf die Verdauung, indem die mechanische Wirkung auf die Speisen unbedeutend ist. Sie nützt übrigens dadurch, daß sie den Speisebrei durch die wurmförmige (peristaltische, von Stelle zu Stelle sich fortsetzende, rund herum umschließende) Bewegung in vielfache Berührung mit der Magenwandung bringt und denselben gleichsam durchknetet und also seine Bestandtheile mengt, sowie dadurch, daß sie den Speisebrei gegen die untere Magenöffnung (Pförtner, Pylorus) hinführt, welche während der Verdauung geschlossen ist, aber allmählig den andrängenden Speisebrei portionenweise in den Zwölffingerdarm entläßt.

Der Theil der Nahrungsstoffe, welcher in dem Magen nicht aufgesogen worden ist, gelangt jetzt halb verdaut oder auch noch unangegriffen, mit Theilen des Magensaftes, namentlich mit Milchsäure, in den Zwölffingerdarm. Daselbst setzen sich die Umsetzungen, welche schon im Magen ihren Anfang genommen hatten, fort, und die aufgelösten und verdauten Stoffe werden in diesem Darmstück, sowie in den folgenden Theilen des Dünndarmes und selbst theilweise noch im Dickdarm aufgesogen. Die Milchsäure, welche wohl zum Theil nicht ein Erzeugniß der Absonderung ist und aus Umsetzungen von Nahrungsstoffen, namentlich von stärkmehlartigen Substanzen hervorgeht, verschwindet immer mehr in den untern Theilen des Darmes und ist nur noch zuweilen im Innern

von großen geballten Kothmassen enthalten, mit welchen sie theilweise entleert werden kann. In dem Zwölffingerdarm treten aber nun drei neue Flüssigkeiten, der Saft der Bauchspeicheldrüse, die Galle und der Darmsaft, zu den Resten des Speisebreies und bewirken weitere Veränderungen in denselben.

Die stärkemehlartigen Substanzen werden durch Beimengung des Saftes der Bauchspeicheldrüse in Zucker verwandelt und gehen von da zu Umsetzungen in Milchsäure und Fettsäuren und im weiteren Verlaufe ihrer Metamorphosen in Fette über. Auch die Fette werden im Dünndarm mehr als im Magen verändert und vorzüglich unter Einwirkung des Saftes der Bauchspeicheldrüse, aber auch unter Einwirkung der Galle und der Darmsäfte, zunächst in eine Emulsion (nach Art einer Samenmilch) verwandelt. Ungeachtet der Beimengung mehrerer Flüssigkeiten zu dem Reste des Speisebreies wird aber der Darminhalt immer consistenter und bildet im untern Theile des Dickdarmes oft sehr feste Kothmassen, was beweiset, daß diese bedeutende Menge flüssiger Substanzen auf dem Wege durch das Darmrohr bis auf einen kleinen Theil, welcher die Darmentleerung noch weich erhält, aufgesogen wird.

Der Darmkoth reagirt alkalisch, wenigstens immer auf der Oberfläche der Masse, während im Innern größerer Kothballen zuweilen noch etwas Milchsäure oder Buttersäure sich vorfindet. Die Bestandtheile der Kothentleerungen sind zum Theil unverdauliche Speisetheile, Bestandtheile der Galle und ihre Zersetzungsproducte, namentlich modificirter Gallenfarbstoff, Bauchspeichel, Darmsaft, etwas Fett, Extractifstoffe, Salze und losgestoßene Epithelialzellen. Die Menge der ausgeleerten Kothmassen beträgt bei einem Erwachsenen durchschnittlich 120 bis 180 Gramme täglich.

So sehr die Qualität der an dem Verdauungsgeschäfte betheiligten wägbaren Stoffe des Körpers von Wichtigkeit ist,

wie z. B. die saure Beschaffenheit des Magensaftes, und die alkalische des Speichels, des Bauchspeichels und der Darmsäfte, so zeigen doch folgende Thatsachen, daß nicht in der Wirkung dieser Substanzen die Hauptursache der Verdauung liege, sondern in der Wirkung des Lebens, nämlich in der Art und Weise, wie der lebende Körper vermöge seiner Organisation auf die von außen ihm dargereichten organischen Substanzen wirke. Bidder und Schmidt stellten folgende Versuche an: Bei zwölf nüchternen Katzen wurde der Zwölffingerdarm unterhalb des Pankreas- und des Gallenganges angeschnitten, in Mousselinsäckchen eingenähte Fleisch- und Eiweißstücke in denselben hineingeschoben und über denselben der Darm fest abgeschnürt, so daß von oben herab Nichts mehr zufließen konnte. Nach 5 bis 6 Stunden waren diese Nahrungsstoffe so weit erweicht (macerirt) und aufgesogen, daß nur noch der 1/11 oder 1/12te Theil übrig war. Ebenso wurden in früheren, schon von Emmert angestellten Versuchen, die Nahrungsstoffe, wenn sie auch mit den Eingeweiden an der äußern, mit dem Bauchfell überzogenen Fläche oder mit dem Zellgewebe unter der Haut oder zwischen den Muskeln in Berührung gebracht wurden, dennoch aufgelöst. — Es vermag also auch der alkalisch reagirende Darmsaft eiweißartige Speisen aufzulösen, und es sind demnach die Magensäuren keine absolut nothwendige Bedingung hierzu, und die Gewebezellen äußern ihre metabolische Wirkung (Metabole: Uebergang von einem Zustand in einen andern) auf die Nahrungsstoffe, selbst wenn die durch den Magen im naturgemäßen Gange zuerst vollzogene Umsetzung nicht stattgefunden hat. — Es kann dieses nicht anders gedacht werden, als daß jede Zelle, in ihrem Zusammenhang mit dem Ganzen, auf die Atomengruppe der Nahrungsstoffe durch die ihr selbst zukommende Lagerungen der, ihre organische Substanzen bildenden, Atome einwirke, wodurch

ihr bisheriger Zusammenhang gelöst und eine neue Ordnung in der Lagerung der Atome herbeigeführt wird. Die auf diese Weise, durch den Einfluß der Organisation (wie wir später sehen werden: Polarisation der organisirten Körper) aus ihren bisherigen Banden gelösten Elemente treten, indem sie in eine neue Lagerung gerathen, wohl meistens in die benachbarten Zellen selbst ein und gelangen sodann in die Wege des Blutumlaufes. — Der wesentliche Theil der Verdauung ist, nach diesen Betrachtungen, eine derartige Umlagerung, in den die Nahrungsstoffe bildenden Atomengruppen, daß die Atome in ihrer neuen Stellung in Beziehung zu den, schon Theile des Ganzen bildenden und also unter dem Einfluß der electromotorischen Strömungen stehenden, organisirten Theilen gesetzt werden.

Nachdem die Nahrungsstoffe im Magen und Darmkanal aufgelöst worden sind und Umlagerungen ihrer Elemente erhalten haben, gehen sie und die wässerigten Theile mit den, ebenfalls in die Prozesse der Thierchemie eingreifenden Salzen u. s. w., theils in die Chylusgefäße und theils in die Venenanfänge über. Auf welchen Wegen dieses geschehe, ist nicht durchgehends ermittelt, doch ist gewiß, daß wenigstens ein Theil dieser Stoffe in die kleinen Körpertheile eintritt, die man Zellen nennt, und zwar wird derselbe zunächst in die cylinderförmigen Epithelialzellen, welche die nach der Höhle des Darmrohres gerichtete Fläche der Schleimhaut überziehen, und von da in rundliche Zellen, welche unter denselben liegen, aufgenommen. Es ist kein Zweifel, daß in diesen Zellen auf die in sie eingetretenen Substanzen eine Einwirkung ausgeübt und daher das in dem Magen und Darmkanale begonnene Werk der Veränderung fortgesetzt werde, wobei offenbar nicht alle Zellen die gleiche Art der Wirkung äußern, da der Inhalt derselben ein verschiedenartiges Aussehen darbietet. Jedenfalls läßt sich

annehmen, daß, wenn die Stoffe aus den cylinderförmigen Zellen in die runden übergehen, irgend welche neue Veränderung eintritt.

Jenseits der runden Zellen und zwischen ihnen liegen Haargefäßnetze der Blutbahnen und die blinden kolbenförmigen Anfänge der Milchsaftgefäße (Chylusgefäße). Es ist nicht von allen Stoffen bekannt, ob sie durch die Haargefäße in die Venen eintreten oder in den Milchgefäßen zunächst ihren Weg fortsetzen. — Der Milchsaft unterscheidet sich von dem Speisebrei des Magens zunächst dadurch, daß er alkalisch reagirt, während der Speisebrei eine saure Beschaffenheit zeigt, und sodann vorzüglich dadurch, daß er organisirte Körperchen enthält, welche in dem Speisebrei noch fehlen. Ob diese Körper in den Anfängen der Milchgefäße sich aus den, in den Zellen vorbereitenden Stoffen bilden, oder in Zellen, welche ihren Inhalt in die Milchgefäße entleeren, ist nicht ausgemittelt. — Es stellt der Milchsaft eine milchweiße und zuweilen auch ins Grauliche spielende Flüssigkeit dar, außer ihrem Wassergehalt vorzüglich aus Eiweiß und Fett, einer kleinen Menge von Faserstoff, nach dem Genusse von Stärkmehl, etwas Zucker, ferner Salzen, Eisenoxyd u. s. w. bestehend, und zeigt unter dem Mikroskop ganz kleine, moleculare Körnchen (Fettkörnchen von einer eiweißartigen Hülle umgeben) und die erwähnten Chyluskörperchen, welche aus zusammengruppirten Körnchen, mehr oder weniger mit sichtbaren Kernen, zusammengesetzt sind.

Der Milchsaft verändert sich auf seinem Wege von den runden Zellen der Darmschleimhaut bis zur Einmündung des Brustmilchganges in die Vene allmälig in der Weise, daß er insbesondere reicher an Faserstoff und reicher an Chyluskörperchen wird. Auch zeigen sich am Ende der Bahn schon einige Blutkörperchen in ihm. — Diese Umänderung, wodurch er in der Organisation weiter vorschreitet, erhält er vorzüglich in

den Gekrösdrüsen, in welche die Chylusgefäße eintreten und dort ihren Inhalt durch die dünnen Scheidewände mit dem Inhalt der Blutgefäße, sowie mit den Nerven der Drüse und mit den Drüsenkörperchen selbst in Berührung setzen. — Die im obern Theile des Milchbrustganges einzeln vorkommende Blutkörperchen sind übrigens vielleicht nicht unmittelbar aus den Lymphkörperchen entstanden, sondern sind vielleicht aus den Haargefäßen der Blutbahnen in die Bahnen des Milchsaftes übergetreten.

Bis zur Bildung der Lymphkörperchen hat die Physiologie die Umwandlung der Nahrungsstoffe zu Theilen des Körpers ziemlich genau ausgemittelt; über den Ort und die Weise der Umwandlung derselben zu Blut und überhaupt über die Blutbildung sind aber mehrere Fragen noch nicht gelöst. — Verfolgen wir das Schicksal dieser Körperchen und der übrigen Bestandtheile des Milchsaftes, wenn dieselben in die Blutbahn übergetreten sind, so sehen wir, daß sie sogleich in das rechte Herz und von da in die Lunge geführt werden. Da die Kohlensäure, welche bei dem Athmen entweicht, vorzüglich aus den Blutkörperchen genommen wird, und also eine Bewegung in den die Blutkörperchen bildenden Substanzen stattfindet, so ist es möglich und wahrscheinlich, daß schon hier die, mit dem Milchsaft in das Blut übergetretenen, organischen Substanzen in lebhafte Stoffbewegung gerathen, so daß die aus Fett bestehenden Molecularkörperchen vielleicht großentheils in ihren Substanzen in die rothen Blutkörperchen eintreten und vielleicht auch einen Theil an die bisherigen Lymphkörperchen abgeben. Daß diese Körperchen unmittelbar zu Blutkörperchen werden, wird dadurch wahrscheinlich, daß man einen ähnlichen Vorgang bei niederen Thieren beinahe mit dem Auge verfolgen kann, indem z. B. in der Froschlarve das gesammte Blut anfänglich aus Körperchen besteht, welche den Lymphkörperchen sehr ähn-

lich sind, und diese Körperchen, deren Bewegung in den Blutbahnen man mit dem Mikroskop verfolgen kann, sich allmählig röthen und zu Blutkörperchen werden. — Auf der andern Seite fand man in der Milz Bläschen, deren Inhalt theils Blutkörperchen, theils den Lymphkörperchen analoge Körperchen und Körner waren, und die man für untergehende Häufchen von Blutkörperchen hielt, um welche sich eine Kapsel gebildet habe, die aber vielleicht Mutterzellen der Blutkörperchen sind, wofür wenigstens die Analogie und die große Menge dieser Körper in der Milz junger Froschlarven spricht, so daß es den Anschein gewinnt, daß auch Blutkörperchen aus Mutterzellen entspringen und daß diese Mutterzellen an bestimmten Orten, namentlich in der Milz, sich bilden. Auch erscheint dadurch die Leber als ein Herd der Bereitung von Blutkörperchen, daß in dem Blute der Lebervene sehr viele farblose Blutzellen sich befinden. — Diese scheinbaren Widersprüche finden, wie ich glaube, ihre Lösung in Folgendem: Schon die erste Blutbildung geschieht, allem Anscheine nach, in Mutterzellen, denn die um den Embryo sich bildenden Blutpunkte, welche allmählig zu den Kranzgefäßen zusammenfließen, sind doch wohl Nichts anderes, als Mutterzellen, deren Zellenwandungen sich in einander öffnen (die Gefäße) und ihrem flüssigen Inhalt, dem Blute, die Bewegnng gestatten. Die Lymphkörperchen werden vielleicht, wie ich oben bemerkt habe, in Mutterzellen gebildet und die einzelnen werden zu Zellen, die nach dem allgemeinen Gesetze von der Zellenspaltung, wenigstens theilweise und unter begünstigenden Verhältnissen der Vervielfältigung fähig sind. Daß aber die Leber und die Milz bei der Bereitung und auch bei dem Untergange von Blutzellen betheiliget sind, sehen wir nicht allein daran, daß das Pfortaderblut reich an runzlichen und dem Anscheine nach im Untergange begriffenen Blutkörperchen ist, dagegen das Lebervenenblut reich an farblosen

Blutzellen sich zeigt, und daß man in der Milz Hülsen findet, in welchen mehrere Blutkörperchen eingeschlossen sind, sondern auch sehr deutlich in krankhaften Zuständen, namentlich dem Typhus, welcher offenbar eine Blutkrankheit ist, und bei welchem die Milz bedeutend anschwellt und in ihrer Substanz ganz breiartig wird. — Ich habe durch meine physiologischen Untersuchungen und meine Beobachtungen am Krankenbette folgende Ansicht über die Bedeutung der Milz und der Leber gewonnen. Ich halte die Milz (offenbar ein Zellenkern einer Abtheilung der Visceralzelle) ursprünglich für eine Mutterzelle von Blutkörperchen. Nachdem sie ihren ersten Inhalt durch die werdenden Blutgefäße ergossen hatte, füllte sie sich von Neuem mit Körpern, welche hier nach dem nämlichen Gesetze, wie die ersten, ihre Umwandlung durchliefen; nämlich, nach der Art anderer Zellen, durch Neubildung in ihrem Innern und Zellenspaltung (wodurch jeder dieser Körper zu einer kleinen Mutterzelle wurde) sich vermehrten, was man insbesondere an ganz jungen Froschlarven sieht, bei welchen man in der Milz eine große Menge großer Zellen findet, in welchen eine Anzahl kleinerer Zellen, welche oft deutlich als Blutkörperchen erkannt werden können, eingeschlossen ist, und welche daher wohl als Mutterzellen von Blutkörperchen betrachtet werden dürfen. Die der Milz zufließenden Körperchen hatten bei der Frucht im Mutterleibe schon die Leber durchlaufen und dort schon Veränderungen erlitten; denn da die Frucht der Säugethiere größtentheils die neuen, bildenden Stoffe aus dem Mutterkuchen erhält, und die Blutgefäße des Mutterkuchens unmittelbar oder mit der Pfortader vereint, in die Leber übergehen, mit Ausnahme eines kleinen Seitenkanals, welcher unmittelbar zur Hohlvene führt, so mußten nothwendig sämmtliche Stoffe, welche nach der Frucht hinflossen, ihren Weg durch die Leber nehmen, mit Ausnahme derjenigen Stoffe, welche ihren Lauf

durch jenen Seitenkanal (den Ductus Arantii) fortsetzten. Die Milz ist demnach bei der Frucht im Leibe als die zweite Station der Blutveränderungen zu betrachten, nämlich diejenige, in welchen die dahin gelangenden Körperchen zum Theil zu Mutterzellen werden, und, indem sie selbst untergehen, neue Blutkörperchen durch die Pfortader zur Leber schicken. Es ist wahrscheinlich, daß hierbei nicht alle durch die Milzarterie der Milz zugeführte Blutkörperchen die erwähnte Veränderung erleiden, aber möglich, daß aus ihnen Stoffe von den in der Milzpulpe liegenden Mutterzellen angezogen werden, wodurch sie, wahrscheinlich blos ältere Blutkörperchen, zur Verödung gebracht werden. Es ist wohl möglich, daß die in der Pfortader sich vorfindenden runzlichen und offenbar im Zerfallen begriffenen Blutkörperchen diejenigen Blutkörperchen sind, welche durch die Haargefäße der Gedärme ihren Weg nehmen, das Wahrscheinlichere ist es mir aber, daß es diejenigen älteren Blutkörperchen sind, welche durch die Milz geflossen sind. (Ueber die Zellen, welche in der Milz junger Froschlarven gefunden werden, vergleiche meinen physiologischen Atlas Taf. 9 Fig. 22).

Die Leber muß schon aus dem Grunde als ein Herd der Blutbereitung angesehen werden, weil ihr zunächst die Nahrungsstoffe aus dem Mutterkuchen zufließen und sie bei der Frucht im Leibe (Embryo) eine so außerordentliche Größe besitzt, daß dieselbe mit ihrer Verrichtnng als Absonderungsorgan in durchaus keinem Verhältniß steht. Da in dem Lebervenenblut viele farblose Blutzellen sich befinden und bei dem Embryo keine Nahrung durch das Darmrohr aufgenommen wird, also bei ihm die Mitwirkung der Gekrösdrüsen und der übrigen Theile der Milchgefäße bei Bereitung der Anfänge der Blutkörperchen (Chyluskörperchen) fehlt, so müssen wir der Leber eine ähnliche Wirkung auf die bildsamen Stoffe zuschreiben, welche das Lymphsystem, namentlich die Gekrösdrüsen, besitzt.

Das Material zur Bildung der Anfänge der Blutkörperchen wird der Leber, wie gesagt, von dem Mutterkuchen aus durch die Nabelvene zugeführt. — Bei der geborenen Frucht sind es verschiedene Wege, auf welchen die bildsamen Stoffe der Leber überbracht werden. 1) Im Wege der Aufsaugung durch die Haargefäße des Magens und Darmkanals werden auf den venösen Blutbahnen der Pfortader die der Verdauung unterworfenen Substanzen, so wie auch Wasser und andere Stoffe aufgenommen und zur Leber geführt. Wenn auch nicht allseitig ermittelt ist, welche Stoffe durch die Milchgefäße, und welche durch die Blutgefäße übergehen, so ist es wenigstens festgestellt, daß eine Aufsaugung durch die Blutgefäße stattfindet. Namentlich muß von dem Theil der gallichten Stoffe, welcher nicht mit den Stuhlentleerungen abgeht, sondern wiederum aufgesogen wird, angenommen werden, daß er durch die Blutgefäße gehe. Ein Theil dieser Stoffe gelangt also von der Leber in den Darmkanal, wird dort von den Gefäßen der Pfortader aufgenommen und kehrt wieder zur Leber zurück. Dieses nennt man den Spaziergang der Stoffe. — 2) Ein anderer Weg ist die Aufsaugung der Stoffe aus dem Darmkanal vermittelst der Milchgefäße und die Zuführung der Stoffe zur Leber durch die Leberarterie. Daß überhaupt Blut auf arteriellen Bahnen zur Leber geführt werde, und daß dieses Blut bei den Verrichtungen der Leber mitwirke, ist ohne weitere Untersuchung anzunehmen. Es verdient aber die Frage eine genauere Untersuchung, ob Stoffe bestimmter Art und namentlich die den Milchsaft bildenden Stoffe ganz oder theilweise durch die Leberarterie der Leber zugeführt werden. Ich werde späterhin den Beweis zu geben versuchen, daß die verschiedenen, in die Blutbahnen aufgenommenen Stoffe nicht durch Zufall, nach einer unbestimmten Zahl von Irrfahrten, an den Ort ihrer Bestimmung gelangen, sondern daß es Mittel gebe, wodurch ihrer

Bewegung eine bestimmte Richtung angewiesen wird. Dieses vorausgesetzt, wird es uns klar werden, wie, wenn überhaupt die Leber ein Blut bereitendes Organ ist, bildsame Stoffe auf den arteriellen Bahnen sich gegen die Leber hinziehen können. Es scheint dieses vorzüglich von den Stoffen zu gelten, welche in den Gekrös- und Lymphdrüsen noch nicht zur Organisation gelangt sind, z. B. von einem Theil des, nach Fütterung mit vegetabilischer Nahrung, in dem Milchsafte sich zeigenden Zuckers. — 3) Die in dem Pfortaderblute enthaltenen runzlichen Blutkörperchen (wahrscheinlich Wracks von Blutkörperchen) kommen in der Pfortader zur Leber. — 4) Wahrscheinlich gelangen aus der Milz durch Neubildung in Mutterzellen entstandene, junge Blutkörperchen zur Leber. Diese in der Milz entstandenen Blutkörperchen haben übrigens nicht die gleiche Bedeutung mit den Lymphkörperchen, denn die letzteren entstehen unmittelbar aus der Lymphe und die ersteren erst aus Mutterzellen von Blutkörperchen, zu welchen vielleicht ein Theil der Lymphkörperchen in der Leber, der Lunge und zuletzt in der Milz sich heranbildet.

Der Leber wird also sehr verschiedenartiges Material zugeführt, woraus in diesem Organ ohne Zweifel neue Blutzellen sich bilden, junge, durch sie hindurchgehende Blutkörperchen ihrer Vollendung näher geführt werden, und nebenbei die Galle erzeugt wird, wobei sehr wahrscheinlich jene Wracks von Blutkörperchen vollends zerlegt werden. — Ohne daß wir die Vorgänge näher kennen, dürfen wir vermuthen, daß die zerfallenden Blutkörperchen aus dem Pfortaderblute vorzüglich das Material zur Gallenbereitung abgeben, z. B. das Blutroth, welches vielleicht theilweise zum Gallenfarbstoff wird, die Fette der Blutzellen, welche zum Theil zu Gallenfett (Cholesterin) werden, während andere, noch brauchbare Theile derselben, in die neuen Blutzellen übergehen und in der Blutflüs-

sigkeit aufgelöst bleiben. — Den Anfang zu neuen Blutzellen bilden die aus den Milch- und Lymphgefäßen durch das arterielle System herbeigeführten jungen Zellen, welche in der Leber unter dem Einfluß des Organes und unter der Mitwirkung von den hinzukommenden Fettstoffen, Zucker u. s. w. sich weiter entwickeln und sich vielleicht auch vermehren. Der in dem Lebervenenblute noch vorhandene Zucker dürfte bei dem Respirationsprozeß in seinen Atomen an die Zellen übergehen und auf diese Weise noch weiterhin zur Bildung vollkommener Blutkörperchen beitragen. — Die hier gegebene Theorie der Blutbildung findet in Krankheitserscheinungen ihre Bestätigung. So z. B. war bei reichlichem Abgang von Zucker im Urine und vollkommener Abmagerung und Bläſſe eines Kranken, die Gallenabsonderung gänzlich ausgeblieben, so daß auch bei der Leicheuöffnung keine Spur von Galle in der Gallenblase aufgefunden werden konnte. Ich erklärte den Krankheitszustand dadurch, daß ich annahm: durch die gehemmte Lebensthätigkeit der Leber kam es in ihr nicht zur Bildung und weiteren Entwicklung der Blutzellen; der der Leber zufließende Zucker wurde also auch nicht, weder in ihr noch in der Lunge, in seinen Atomen in die Blutzellen aufgenommen, und blieb im Blute, bis er mit dem Harne nach außen abgieng. Sowohl durch die mangelnde Blutbildung als durch den Verlust von organischen Substanzen, welche die Folge hiervon waren, wurde das Individuum mager, blaß wie eine weiße Wand und starb.

Wenn es nach dem so eben Vorgetragenen als höchst wahrscheinlich angenommen werden muß, daß die Blutzellen ihre allmählige Entwicklung auf verschiedenen Stationen, ja vielleicht erst nach wiederholtem Umlauf, erhalten, so muß ich jetzt schon bemerken, daß diese Art der Entwicklung ein allgemeiner geltendes Gesetz ist, indem die Keime zu vielen Körpertheilen an andern Stellen sich entwickeln, als denen, an welchen

sie ihren Ursprung genommen haben. Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem Thiereie selbst, das an einer andern Stelle entsteht, und an einer andern befruchtet wird und seine Umbildung zum Embryo beginnt, als die ist, in welcher sein Inhalt die Entwicklung erreicht.

Bevor ich die Bestimmungen untersuche, welche das Blut zu erfüllen hat, muß ich die wichtigsten Eigenschaften des Blutes den Lesern dieser Schrift darlegen. Das Blut besteht aus zwei Bestandtheilen: organisirten Körpern und ungeformter, flüssiger Substanz. Die ersteren sind die rothen Blutzellen (Blutkörperchen, Blutkügelchen), und in geringer Zahl die farblosen Blutkörperchen. Die rothen Blutzellen des Menschen sind kleine, scheibenförmige Körperchen, von nur $\frac{1}{340}'''$ bis $\frac{1}{300}'''$ im Durchmesser, auf beiden Flächen etwas concav, welche aus einem geschlossenen Häutchen bestehen, das im Wasser zu einem kuglichten Bläschen aufquillt, und welches in seinem Inneren gestaltlose, roth gefärbte Marterie und nur in den selteneren Fällen einen ganz kleinen Kern enthält. Die rothe Farbe des Blutes hängt ausschließlich von diesen Blutkörperchen ab und zwar theils von der Menge derselben, theils von der chemischen Beschaffenheit jener Materie, indem durch verschiedene chemische Einwirkungen das Blutroth eine bald dunklere, bald hellere Farbe annimmt, und von der Gestalt der Blutkörperchen selbst, indem Stoffe, welche den Inhalt der Blutbläschen aufquellen und daher die Hülle ausdehnen oder selbst sprengen, das Blut dunkelroth färben, und solche, welche eine Zusammenschrumpfung bewirken, es hellroth machen. Es ist daher schwer, besonders für den Nichtarzt, aus der Farbe des Blutes mit einiger Sicherheit Schlüsse zu ziehen. Die farblosen Blutkörperchen sind den Lymphkörperchen im Aussehen ähnlich. Die chemischen Bestandtheile der rothen Blutkörperchen sind vorzüglich zwei Theile: das Hämatin, welches

beinahe ausschließlich das im Blute sich vorfindende Eisen enthält, und der färbende Bestandtheil des Blutes ist, und das Globulin, ein dem Eiweiß verwandter, jedoch keinen Phosphor enthaltender Körper. Außerdem befinden sich in den Blutkörperchen Wasser, eine nicht unbeträchtliche Menge Fett, Extractivstoffe, Salze und Gase. — Man rechnet, daß in 1000 Theilen Blut ungefähr 512 Theile feuchter Blutzellen sich befinden. Nehmen wir nun die Gesammtmasse des Blutes bei einem erwachsenen Menschen zu 26 Schoppen an, so zeigt es sich, daß ungefähr 36 Billionen jener kleiner Körperchen in dem Blute enthalten sind.

Die ungeformten flüssigen Substanzen bilden die farblose Blutflüssigkeit. Die Bestandtheile derselben sind: der von selbst gerinnende Faserstoff, welcher aber nur in der geringen Menge von kaum 3 Theilen in 1000 Theilen vorhanden ist; Eiweiß von etwas mehr als 71 Theilen, Fette, etwas Weniges Zucker, wahrscheinlich Kreatin und Kreatinin (stickstoffhaltige Substanzen, welche aber keine Eiweißkörper sind) Farbstoffe, Extractivstoffe, Salze, vorzüglich Natronsalze, Harnsäure, Hippursäure, Harnstoff. — Diese Stoffe sind theils solche, welche auf dem Wege von Außen nach Innen, um ihre Bestimmungen zu erfüllen oder in der s. g. vorschreitenden Umwandlung begriffen sind, wie namentlich das Eiweiß, theils solche, die den Weg von Innen nach Außen nehmen und ihre Bestimmung großen Theils oder ganz vollendet haben, wie z. B. die Harnsäure und der Harnstoff.

Die beiden Bestandtheile des Blutes, die Blutkörperchen und die Blutflüssigkeit, trennen sich, wenn das Blut vom Körper hinweggenommen wird oder das Individuum stirbt, schnell von einander und scheiden sich in den Blutkuchen, welcher die Blutkörperchen, und in das Blutserum (Blutflüssigkeit), welches den größten Theil der Blutflüssigkeit enthält. Eine vollständige

Trennung in beide Theile findet nicht statt, indem in dem Blutkuchen immer viele Theile der Blutflüssigkeit, namentlich Faserstoff, eingeschlossen sind. Wenn man auch möglichst das vom Körper entfernte Blut den äußern Einflüssen aussetzt, unter denen das im Körper kreisende Blut stand, namentlich der nämlichen Temperatur und einer fortgesetzten Bewegung, so gerinnt das Blut dennoch, und es entsteht daher die Frage, durch welche Verhältnisse das Blut im Körper vor der Gerinnung bewahrt werde. — Nach meiner Anschauungsweise kann die Ursache der nicht erfolgenden Gerinnung des mit dem Körper im Zusammenhang bleibenden Blutes nur in dem Einfluß des Lebens auf die chemischen Prozesse liegen. Wenn wir bei Betrachtung der Verdauung gefunden haben, daß das Pepsin selbst solche Stoffe, welche durch die Säuren des Magensaftes zur Gerinnung gebracht werden, auflöse und in Peptone verwandele, so werden wir nicht erstaunt sein, wenn die Gewebezellen, welche aus der Blutflüssigkeit die ihnen nöthigen Stoffe anziehen, ohne Zweifel durch Vermittlung aufgelöster organischer Substanzen, eine ähnliche Wirkung auf die organischen Substanzen im Blute ausüben, so daß die Lagerung der Atome in den verschiedenen chemischen Atomengruppen durch sie bestimmt wird. Wird das Blut von den Geweben entfernt, so hört dieser Einfluß auf, und die Beziehungen gestalten sich auf eine andere Weise, was sich zunächst durch Gerinnung des Faserstoffes ausspricht.

Das Blut zeigt, nach Verschiedenheit der Gefäße, aus welchem es genommen wird, mehrfache Verschiedenheiten. Der auffallendste Unterschied besteht zwischen dem arteriellen und dem venösen Blute. Das arterielle Blut ist das aus den Lungen zurückkehrende und das venöse ist das aus den Haargefäßen der Gewebe kommende und durch das Herz zur Lunge gehende Blut. Ersteres strömt demnach durch die Lungenvenen zum

Herzen und sodann durch die Arterien in den ganzen Körper und letzteres durch sämmtliche Venen des Körpers und sodann durch das Herz und die Lungenarterie zur Lunge. Ersteres ist hochroth, hat mehr freien Sauerstoff und besitzt in seinen Blutkörperchen weniger feste Bestandtheile, namentlich weniger Fett, dabei mehr Hämatin und in der Blutflüssigkeit etwas mehr Fibrin, aber weniger Eiweiß, als das dunkelrothe Venenblut. — Ein wichtiger Unterschied besteht auch zwischen dem Pfortaderblute und dem Blute der Lebervene vorzüglich darin, daß das erstere beträchtlich weniger Blutkörperchen, als das letztere, und viele solche besitzt, die außerhalb des Körpers runzlich und verzerrt und daher im Zerfallen begriffen erscheinen, und letzteres unverletzte Blutkörper und viele farblose (neue) Blutzellen enthält. Die Beschaffenheit des Pfortaderblutes wechselt übrigens nach der Menge und der Beschaffenheit der aufgenommenen Substanzen. Nach reichlichem Getränk ist dasselbe reicher an Blutflüssigkeit; während der Verdauung wird der Gehalt an Fett sehr beträchtlich, der an Eiweiß, Extractivstoffen und Salzen mäßig und der an Faserstoff nur wenig erhöht. — In dem Milzvenenblute finden sich die schon oben erwähnten Zellen, welche Blutkörperchen enthalten. — Das Blut der monatlichen Reinigung soll keinen Faserstoff enthalten. — Nach Verschiedenheit der Gefäße, aus welchen das Blut genommen wird, erscheint das Eiweiß bald als neutrales, bald als saures und bald als basisches Natronalbuminat.

Ebenso zeigt das Blut nach andern Verhältnissen mancherlei Verschiedenheiten: Das Blut der Männer ist schwerer, reicher an Blutkörperchen, und dagegen ärmer an Eiweiß, als das der Frauen. — Im kindlichen Alter ist das Blut reicher an festen Bestandtheilen, namentlich an Blutkörperchen und Eisen. — In der Schwangerschaft erscheint das Blut ärmer an Blutkörperchen, Eisen und Eiweiß, dagegen reicher an Fibrin und

auch an Wasser. — In Krankheiten verändert sich das Blut auf verschiedene Weise, namentlich wird das Blut bei großem Stoffverlust, insbesondere durch Blutflüsse, dünnflüssiger, und vorzüglich ärmer an Blutkörperchen (wahrscheinlich indem ein Theil der Blutzellen sich auflöst).

Als Zwecke der Bluterzeugung können wir folgende annehmen:

1) Die Mitwirkung des Blutes bei der Ernährung des Körpers und bei der Rückbildung und Ausscheidung der Stoffe. — Wie oben schon erwähnt wurde, bieten die Nahrungsstoffe, in gehöriger Verbindung der verschiedenartigen Substanzen, im Wesentlichen alle Stoffe dar, die wir im Körper wieder finden; jedoch erhalten sämmtliche Substanzen gewisse Umlagerungen, wodurch die eiweißartigen Körper zunächst zu Peptonen und alle zu den verschiedenen Bestandtheilen des Blutes werden. Bei diesen Umlagerungen wirken die festen Theile des Körpers auf die Substanzen ein, aber zugleich ist auch das Blut selbst mitwirkend, so daß namentlich gewisse Stoffe wahrscheinlich nur in den Mütterzellen des Blutes bereitet werden. Man darf also das Blut nicht allein als die Gelegenheit zum Transporte der Nahrungsstoffe von den Verdauungswegen zu den Gewebezellen ansehen, sondern muß es als mitwirkend bei der Vorbereitung der Stoffe, um sie zu Organengeweben umzuwandeln, betrachten. Da das Hämatin (Blutroth) und das Globulin nur in den Blutzellen vorkommen, offenbar die Blutzellen immer von neuem untergehen und manche Bestandtheile der Gewebe, namentlich die Pigmentstoffe kaum eine andere Entstehungsstelle als die Blutkörperchen haben können, so müssen wir die Blutkörperchen als eine weitere Station für die vorschreitende Umwandlung der Stoffe betrachten.

Ebenso führt das Blut auf seinen Bahnen die Stoffe,

welche aus den Gewebezellen austreten, bis zu den Stellen des Körpers, an welchen sie ausgeschieden werden; es werden aber hierbei diese Stoffe mehr oder weniger verändert und vollends in Thierschlacken verwandelt. So z. B. werden die bei der Muskelaction aus dem Faserstoff des Muskels austretenden Kohlenstoffatome wahrscheinlich nicht unmittelbar zur Kohlensäure, sondern bilden mit Sauerstoff- und Wasserstoffatomen die Milchsäure, aus welcher vorzüglich die Zwischenzellenflüssigkeit des Muskels besteht, und erst in einer weiteren Umwandlung bilden die Kohlenstoffatome mit Sauerstoff die in dem venösen Blute enthaltene Kohlensäure, welche sodann beim Athmen ausgeschieden wird. Auf gleiche Weise gehen die aus der Muskelfaser austretenden Stickstoffatome nicht sogleich in die Bildung von Harnstoff über, sondern erleiden zum Theil in den Geweben selbst und zum Theil in dem Blute mehrere Umlagerungen, wodurch Inosynsäure, Kreatin, Kreatinin, Harnsäure und endlich Harnstoff gebildet werden, welcher letztere in dem Harne abgeht.

Diesen Umwandlungen der Stoffe im Blute, sowohl auf der vorschreitenden als auf der rückschreitenden Stufenreihe, liegen verschiedene Ursachen zum Grunde: die mit einander in die Blutmasse bei der Verdauung eintretenden Substanzen, deren Atomengruppen in einander eingreifen, der beständige Zutritt von Sauerstoffgas bei dem Athmen, der beständige Austritt von Stoffen aus dem Blute, namentlich der Kohlensäure bei dem Athmen, stickstoffhaltiger Substanzen durch die Nieren, was nothwendig auf das Schieben der Stoffe in der ganzen Blutmasse zurückwirken muß, der stete und verschiedenartige Austausch von Stoffen mit den Gewebezellen, die Organisation der Blutzellen und die denselben zukommende physicalisch-chemische Wirkung, und die physicalisch-chemische Wirkung der übrigen Gewebe, welche nach Verschiedenheit der

Organisation und der Stellen im Körper, die sie einnehmen (Stellenwerth), verschieden ist. — Manche im Blute enthaltene, auf der abwärtsführenden Stufenleiter begriffenen Stoffe gehen hierbei wahrscheinlich aus dem Blute noch einmal in die Gewebe und von diesen in das Blut zurück. So z. B. ist es möglich und wahrscheinlich, daß die aus den eiweißartigen Körpern austretenden stickstoffhaltigen Substanzen, bevor sie zu Harnsäure und Harnstoff werden, je nach Bedürfniß, noch in die Leim- und Knochenleim gebenden Substanzen übergehen. Bei reichlicher Fleischnahrung geht aus den, aus ihr gewordenen eiweißartigen Substanzen ohne Zweifel ein Theil der aus ihnen austretenden Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in die Fettzellen und bildet zunächst Fett, und tritt erst von dieser Substanz aus in die weiteren Umwandlungen, die zur Bildung von Kohlensäure und Wasser führen. — Manche Umwandlungen erleidet das Blut nur in bestimmten Organen; so z. B. scheinen in der Leber die alten Wracks der Blutzellen vollends auseinander gelegt zu werden und das noch brauchbare Material in die neuen Blutzellen einzutreten.

Die Mittel, wodurch das Blut bei der Ernährung und der Stoffausscheidung mitwirkt, sind vorzüglich folgende: 1) Die Endosmose (Vermischung der Flüssigkeiten durch eine, zwischen ihnen sich befindende Haut hindurch). Wie auch außerhalb des lebenden Körpers zwei Flüssigkeiten von verschiedener Beschaffenheit, z. B. eine ganz gesättigte Salzauflösung und eine schwache sich endosmotisch mischen, so geschieht dieses auch im lebenden Körper, so weit nicht andere Vorgänge die Endosmose verhindern (wie dieses z. B. bei dem Milchsafte der Fall ist, welcher niemals durch Endosmose in den Magen oder den Darmkanal sich entleert, sondern immer nach den Lymphdrüsen und von diesen nach den Blutbahnen hinfließt). Die in den Blutgefäßen enthaltenen Stoffe und die in den Gewebezellen

befindlichen mischen sich also im Wege der Endosmose, so weit nämlich nicht in den Zellen die Stoffe durch andere Verhältnisse zurückgehalten werden, indem sie in die Gewebetheile eintreten. 2) Die Diffusion der Gase. Wie außerhalb des lebenden Körpers zwei verschiedene Luftarten, welche in Berührung kommen, sich zu mischen bestreben, so geschieht dieses wohl auch im lebenden Körper. Hierin liegt ein mitwirkender Grund, warum in der Lunge die in dem Blute enthaltene Kohlensäure an die Luft tritt und warum das Blut Sauerstoff aufnimmt. 3) Der durch die Wirkung des Herzens hervorgebrachte Druck der Flüssigkeit auf die Peripherie. Der Druck der Blutmasse auf die Ausscheidungsorgane erleichtert den Austritt der auszuscheidenden Stoffe; namentlich ist dieses in den Nieren der Fall, in welchen, in den s. g. Malgiph'schen Körperchen, die kleinen Arterien in Windungen liegen, so daß der Druck der Blutmasse an dieser Stelle vermehrt wird und daher die zum Austritt tauglichen Stoffe schon durch diese mechanische Einrichtung veranlaßt werden, die Gefäße zu verlassen und in die Harnkanälchen überzutreten. 4) Die chemischen Verwandtschaften. Schon dadurch, daß die Zwischenzellenflüssigkeit im Ganzen sauer, das Blut aber mehr alkalisch ist, muß eine Wechselwirkung zwischen beiden Flüssigkeiten und ein Austausch von Stoffen stattfinden. 5) Die electrischen Gegensätze des Blutes zu den Geweben. Ich halte die, durch Polarisation der organischen Körper gegebenen Gegensätze für die Grundursache der Ernährung und des Stoffwechsels. Ich werde diesen Gegenstand sogleich zur Sprache bringen, indem es nun meine Aufgabe wird, das Blut als bei den physikalischen Wirkungen bethätiget zu schildern.

2) Die Polaritätswirkungen des Blutes. Schon nach der, jetzt wohl von allen Chemikern angenommenen, von Humphry Davy und Berzelius aufgestellten, electrochemischen Theorie der Verwandtschaft findet kein Zweifel

statt, daß bei dem Athmungsprozeß und ebenso bei allen übrigen chemischen Prozessen, an welchen das Blut Theil nimmt, also namentlich in den Wechselwirkungen zwischen dem Blute und den Geweben, electrische Anziehungen stattfinden; denn alle chemischen Prozesse werden durch sie vermittelt. Diese electrischen Anziehungen setzen Polarisationen voraus, indem nur Körper von entgegengesetzter Electricität sich anziehen, und somit führt schon diese kurze Betrachtung zu dem Schlusse, daß durch die Berührung und das Hinstreifen des Blutes über die Gewebe stets Polarisationen in denselben geweckt werden müssen, die, indem die Gewebezellen großen Theil in Reihen angelagert sind und auch durch die Nerven mit einander in Verbindung stehen (wenigstens die centralen mit den peripherischen Apparaten), sich weiterhin von Molecül zu Molecül fortsetzen müssen. — Dieser einfachen Betrachtung füge ich noch folgende bei: Bei plötzlichem und starkem Blutverlust (Blutsturz) tritt der Tod oft mit Blitzes Schnelle ein, so daß dem Kranken oft nicht mehr Zeit gelassen ist, einen Hülferuf auszustoßen. Dieses Ereigniß kann unmöglich aus mangelnder Zufuhr der ernährenden Stoffe erklärt werden, ja selbst die, unter diesen Verhältnissen nicht erfolgende, Wiederherstellung der Polaritätsbeziehungen der Theile zu einander gibt keine vollständig genügende Erklärung, da in der Cholera der Blutumlauf oft schon mehrere Stunden aufgehört hat, bevor der Tod vollständig eintritt, was auf eine, einige Zeit noch fortdauernde Wechselwirkung der electrischen Molecüle in den Nerven u. s. w. hinweiset. Wird sind also gezwungen, in der plötzlichen Entleerung des Körpers vom Blute eine solche Wirkung auf die, in den Gewebetheilen selbst bestehenden, electrischen Gegensätze anzunehmen, daß dieselben nicht mehr im Stande sind, sich auch nur auf wenige Augenblicke zu erhalten, sondern durch die angeregte Strömung nach außen erlöschen, oder daß wenigstens die electrischen

Molecüle in eine andere Art der Polarisation verfallen, welche keine Lebenserscheinungen mehr hervorbringt (wie auch in einem einzelnen Nervenstück, wenn in einem Theile desselben die Polarisation der Molecüle verändert wird, z. B. durch Hindurchleitung eines electrischen Stromes durch denselben, sämmtliche, auch außerhalb der angeregten Stelle liegende Molecüle eine andere Polarisation erhalten). Hiermit stimmt überein, daß bei einem vom Blute entleerten Thiere das Leben wieder durch Einspritzen von Blutkörperchen, nicht aber durch die von reiner Blutflüssigkeit (Plasma), angefacht wird, in der Weise, daß bei jedem Stoß der Blutkörperchen auf die Gewebe ein Aufflammen des Lebens bemerkt wird, bis die Lebensverrichtungen vollkommen in Gang gelangen. — Endlich wird die Annahme, daß das Blut Polaritätswirkungen äußere, für uns zu einem sich von selbst ergebenden Gesetze, sobald wir die, von mir aufgestellte, Theorie der Embryonalanlage durch Keimspaltungen annehmen, nach welcher die, vom Großen ins Kleine fortschreitenden Zweitheilungen des Dotters und sämmtliche Differenzirungen in den Geweben Polarisationsakte sind.

Als Polaritätswirkungen des Blutes müssen wir folgende anerkennen: 1) Das Blut bildet im Ganzen den Gegensatz zu den Geweben, so daß diese ebensowenig ohne das Blut lebend bestehen können, als sich das Blut erhält, wenn es von den Geweben hinweggenommen wird (wie auch weder die Zinkplatte noch die Kupferplatte Galvanismus zeigt, wenn die beiden Theile, welche ein galvanisches Plattenpaar bildeten, von einander getrennt werden). 2) Durch die stete Erneuerung der electrischen Gegensätze im Blute, welche im Athmungsprozesse von statten geht, und das Hinstreifen des arteriellen Blutes über die Gewebe werden stets von Neuem die electrischen Gegensätze in allen Theilen des Körpers erneuert (die organischen Apparate werden geladen). Diese Wirkung des Blutes

auf die Gewebe (die Enhämatose) ist allerdings auch eine chemische, indem Kohlenatome an das Blut und Sauerstoffatome an die Gewebe übergehen, wie überhaupt jeder electrische und galvanische Vorgang mit einem chemischen Prozesse verbunden zu sein scheint, das Hauptergebniß dieser Einwirkung des Blutes auf die Gewebe ist aber jedenfalls die Erhaltung und Wiederherstellung der electrischen Gegensätze in den organisirten Theilen. Hierdurch wird das Blut der mitwirkende Erreger aller Lebensactionen. 3) Das Blut ist die vermittelnde Flüssigkeit zwischen verschiedenen, einen (polarischen) Stellenwerth behauptenden Theilen des Körpers, und erhält nicht allein (unter der gleichzeitigen Wirkung der Nervenbahnen) das Ganze im Zusammenhang, sondern äußert auch durch physicalisch chemische Bahnen, welche sich in ihm bilden, auf die in dasselbe eindringenden Stoffe eine Wirkung. Daß das Blut eine solche vermittelnde Flüssigkeit darstelle (ähnlich der Flüssigkeit in einem Gefäße, in welche die zwei Pole einer galvanischen Säule eingesenkt sind) wird allein schon durch den Umstand bewiesen, daß gewisse in das Blut gelangte Stoffe so rasch durch die Ausscheidungsorgane wiederum nach außen gelangen. Wäre kein Hülfsmittel vorhanden, wodurch den Stoffen in dem Blute selbst die Richtung ihrer Bewegung angewiesen würde, so wäre es ein reiner Zufall, wenn sie an den Ort ihrer Bestimmung gelangen würden.

Diese physicalisch-chemische Bahnen weisen aber nicht allein den Stoffen die Bewegungsrichtung an, sondern wirken auch ohne Zweifel bewegend auf die Lagerung in den Atomengruppen ein, wodurch manche Stoffe in den Blutbahnen selbst Umsetzungen erhalten.

Die Blutwirkung auf die Gewebe tritt in ihrer Bedeutung noch deutlicher hervor, wenn wir einen vergleichenden Blick auf die Thierreihe werfen. Wir sehen im Allgemeinen, daß,

gleichen Schrittes mit der Entwicklung der Organe, namentlich der Centraltheile des Nervensystemes, Verschiedenheiten in den Einrichtungen des Gefäßsystemes gehen, wodurch das Thier auf eine bewunderungswürdige Weise den Verhältnissen, in welchen es lebt, angepaßt ist. Ich will hier nur die wesentlichen Unterschiede der vier oberen Thierklassen in dieser Beziehung angeben: Die Fische besitzen, um Sauerstoff aus dem Wasser anziehen zu können, Kiemen, in welchen das Blut in feiner Zertheilung in den dünnen Plättchen der Kiemen von dem Wasser umspült wird, so daß der Athmungsprozeß auf diese Weise vollbracht wird. Es ist nicht zu bezweifeln, daß in dem Wasser die Entkohlung des Blutes und die Beladung desselben mit Sauerstoff nicht so vollständig geschehen kann, als dieses bei Berührung des Blutes mit der Luft in den Lungen vollbracht wird, und daß daher, wenn die nämliche Einrichtung wie bei den Amphibien bestände, wodurch das arterielle Blut mit dem venösen gemischt wird, das Blut eine so wenig kräftige Beschaffenheit erhalten müßte, daß es wohl schwerlich zur Unterhaltung der Lebensprozesse dienen könnte. Es besteht aber bei den Fischen eine solche Vertheilung der Gefäße, daß das Blut unmittelbar von den Kiemen zu den Geweben geführt wird. Hierdurch wird bewirkt, daß das Blut, wenn es zu dem Gehirn und den übrigen Organen gelangt, noch den Grad der Lebenskräftigkeit besitzt, welches es durch den unvollkommenen Athmungsprozeß in den Kiemen erlangt hat. Von den Geweben fließt das Blut durch venöse Gefäßstämme nach der einfachen Vorkammer des Herzens, von dieser in die einfache Kammer, und wird von ihr nach den Kiemen geführt.

Die Amphibien athmen durch Lungen und stehen in dieser Beziehung den zwei höchsten Klassen der Thiere näher als den unteren; dieser Vorzug vor den Fischen wird aber dadurch großentheils ausgeglichen, daß das arterielle Blut in dem

Herzen mehr oder weniger mit dem venösen gemischt wird, und also die Wirkung des Blutes auf das Gehirn und die übrigen Körpertheile weniger kräftig ist, als bei den Vögeln und Säugethieren. Bei den niedereren Amphibien, den Fröschen und Kröten, den Tritonen u. s. w., ist die Zusammenmischung beider Blutarten stärker als bei den höheren Amphibien, indem bei ihnen zwar die Vorkammer durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getrennt ist, aber die Kammer selbst einfach ist, so daß hier das arterielle und das venöse Blut vollkommen sich zu vermischen vermögen, während bei den Krokodilen nur die großen Gefäßstämme durch einen Verbindungskanal vereiniget sind. Hierzu kommt noch, daß bei den niedereren Amphibien die Blutkörperchen sehr groß sind und also, indem ihr Gesammtvolumen jedenfalls nicht größer ist, als bei den höheren Amphibien oder gar den Vögeln und Säugethieren, bei dieser geringen Vertheilung der wirksamen Atome das Blut eine geringere Kraft auf das Gehirn und die Gewebe entwickeln kann, als die viel kleineren, aber sehr zahlreich vorhandenen Blutkörperchen der höheren Thiere. Die niedereren Amphibien sind daher schon aus diesem Grunde in allen Lebensverrichtungen sehr träge; sie erhalten aber gerade durch diese Einrichtung den Vortheil, daß sie sehr lange die Nahrung entbehren und sehr lange unter Wasser leben können, weil der Stoffwechsel hierdurch sehr beschränkt ist. Die höheren Amphibien, namentlich die Eidechsen, stehen darin den Vögeln schon sehr nahe, daß ihre Blutkörperchen viel kleiner sind, als die der niedereren Amphibien; sie unterscheiden sich aber von den zwei oberen Thierklassen dadurch daß die beiden Blutarten mit einander vermischt werden, bevor das Blut zu dem Gehirn und den Geweben gelangt.

Die Vögel stehen darin über den Amphibien, daß Vorkammer und Herzkammer durch eine Scheidewand je in zwei

Hälften getheilt sind, und auch die großen Gefäßstämme durch keine Verbindungsbahnen vereinigt sind, und also ein rein arterielles Blut mit dem Gehirne und den übrigen Theilen in Wechselwirkung tritt; die Einrichtung ist aber darin unvollkommener, als bei den Säugethieren, daß die Blutkörperchen um ein Bedeutendes größer als bei diesen Thieren sind, und noch eine elliptische Form beibehalten haben, welche auch die Blutzellen der Fische und Amphibien besitzen, während die Blutkörperchen der Säugethiere vollkommen scheibenförmig sind.

Nachdem wir den Blutumlauf und die innerhalb der Blutmasse stattfindenden physikalisch-chemischen Vorgänge betrachtet haben, stellt sich uns die Aufgabe, die Lebensprozesse, welche zum Zwecke der Erhaltung des Ganzen dienen, in den Geweben selbst zu verfolgen.

Schon in meinen früheren physiologischen Arbeiten habe ich nachgewiesen, daß die Bildung sämmtlicher Körpertheile in abgegrenzten Körpern, welche ich Bildungskugeln nannte, geschehe, und habe zugleich gezeigt, daß diese Bildungskugeln das Resultat der Dotterspaltungen seien, indem der Dotter oder die Keimstelle nach dem Gesetze der Zweitheilung sich in immer kleinere Theile spalte, bis die durch die Dotterspaltungen entstandenen Körper einen bestimmten kleinen Umfang (Minimalgröße) erreicht haben. Nachdem Swann die Uebereinstimmung der Bildung der Thiere mit der der Pflanzen gezeigt hatte, wurden diese Körper Zellen genannt. — Diese Zellen besitzen die Eigenschaft, nicht allein die für ihre Ernährung tauglichen Stoffe an sich zu ziehen, sondern auch, je nach ihrer Bestimmung, Theile aus dem Blute herauszunehmen, welche für andere Zwecke als die Ernährung der Zelle bestimmt sind. — Zu ihrer Ernährung ziehen die Zellen theils die chemischen Atome an, welche durch die Lebensprozesse selbst verloren gehen, und reihen sie in die frei gewordenen Lücken ein. So

z. B. muß angenommen werden, daß der Muskel, in welchem sich, besonders während seiner Thätigkeit, Milchsäure und andere Säuren bilden, nicht allein eiweißartige Körper, sondern auch stickstofflose Substanzen anziehe und vermittelst derselben die zur Milchsäurebildung verbrauchten Kohlenstoff- und Wasserstoffatome ersetze. Immer verbinden sich die einzelnen Atome der Gewebesubstanzen mit dem, durch das arterielle Blut herbeigeführten, Sauerstoff, und es werden also immer Sauerstoffatome angezogen; es gehen aber die erzeugten Substanzen wieder in Anziehungen nach außen ein, und somit findet immer von Neuem ein Zurückströmen der Sauerstoffverbindungen, unter beständigen, chemischen Umwandlungen, aus dem Innern der Zelle nach außen statt. Theils sind es aber nicht blos Stoffe, welche frei gewordene Lücken ausfüllen, sondern es sind organische Substanzen, welche in die Zelle eindringen, um hier, gleichsam befruchtet, junge Zellen zu bilden, die im Leibe der Mutterzellen auf gleiche Weise, wie diese selbst, sich entwickeln. Zu diesem Zweck ist namentlich für die Zellen, deren Hauptsubstanz eine Proteinverbindung bildet, immer die Zufuhr einer gewissen Menge eiweißartiger Körper nothwendig, indem die thierische Zelle wohl einzelne Atome aus benachbarten Substanzen nehmen kann, um entstandene Lücken auszufüllen, also namentlich im Muskel die herausgebrochenen Kohlenstoffatome, aber außer Stande ist, blos aus den chemischen Atomen eine neue organische Substanz zu bilden.

Wie schon oben bemerkt wurde, setzt der Umstand, daß die in der Blutmasse enthaltenen Stoffe immer die Zellen finden, für welche sie bestimmt sind, also der Kalk nach den Knochen geht, Schwefelatome nach den Epithelialgebilden, Eiweißstoffe vorzüglich nach den Muskeln, die sich umgestaltenden Kohlenhydrate nach den Fettzellen u. s. w., voraus, daß die Zellen durch die Flüssigkeit hindurch ihre Wirkung äußern, was noth-

wendig durch das Blut hindurchgehende physicalisch-chemische Bahnen bilden muß.

Die in die Zelle eingedrungenen Substanzen erleiden verschiedene Schicksale. Die einzelnen Theile der Zelle haben eine verschiedene Zusammensetzung, namentlich ist immer der Zellenkern mehr oder weniger von der Zellenwandung verschieden und auch der Zelleninhalt von eigener Beschaffenheit. Es werden also die Stoffe zum Theil zerlegt und neu gebunden, und gelangen nothwendiger Weise in Bewegungen nach bestimmter Richtung. Da die Zellen oft schichtenweise hinter einander liegen, und die Haargefäße nur in die zunächst liegende Schichte die Stoffe unmittelbar abgeben können, so ist es nicht zu bezweifeln, daß ein großer Theil der Stoffe von einer Zelle zur andern übertritt, wobei immer einigermaßen die chemischen Verhältnisse wechseln müssen, da in jeder Zelle chemische Vorgänge in den sie durchwandernden Stoffen stattfinden. — Auch scheint es, daß die Gewebe selbst, indem sie ihrem Untergange zugehen, allmählig ihre chemische Zusammensetzung ändern, z. B. vollkommene Proteinkörper in unvollkommene Körper der Art, welche die Hüllentheile derselben bilden, übergehen.

Wenn uns die chemische Beschaffenheit der einzelnen kleinen Theile, welche die Zelle zusammensetzen (Mikrochemie) genauer bekannt wäre, könnten wir uns die Stoffbewegungen in der Zelle vollständiger vorstellen. Nur wenige Anhaltspunkte sind bis jetzt gewonnen. In den Primitivbündeln der Muskeln sind dreierlei mikroskopische Bestandtheile nachgewiesen: die Fibrillensubstanz oder das Muskelfibrin, die Kernsubstanz, und das Sarkolemma (Muskelhülse). Die beiden ersteren, von welchen die erstere die Hauptmasse des Muskels darstellt, sind nur sehr wenig von einander verschieden, vorzüglich darin, daß die Essigsäure und die verdünnten Mineralsäuren die Kernsubstanz nicht so leicht auflösen, sondern die Kerne stark hervortreten lassen.

Die Substanz des Sarkolemma ist keine Proteinverbindung mehr, wohl aber eine stickstoffhaltende Substanz. In dem Muskel befinden sich, neben der Fleischfaser, welche wohl als der am höchsten organisirte eiweißartige Körper angesehen werden darf, und etwas eigentlichem Eiweiß, mehrere Substanzen vor, welche ohne Zweifel auf der abwärtssteigenden Stufenreihe der Stoffumwandlungen begriffen sind. Da nun die stickstoffhaltigen Substanzen der Art, das Kreatin, Kreatinin und die Inosinsäure, in ungleich geringerer Menge vorhanden sind, als die stickstofflosen, die Milchsäure und die Phosphorsäure, und da sie selbst ebenfalls, wie die letzteren, Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten, so ist nicht zu bezweifeln, daß die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome durch die Thätigkeit des Muskels und den Athmungsprozeß schneller, als die Stickstoffatome, aus ihren Verbindungen im Muskelfibrin herausgebrochen werden, und also auch schneller ersetzt werden müssen.

Der Bau des Gehirnes, das noch lange nicht genugsam erforschte Meisterwerk der Natur, muß uns nicht allein als Seelenorgan als wundervoll erscheinen, sondern zeigt auch in Beziehung auf den Stoffwechsel höchst interessante Einrichtungen. Es bilden Eiweiß und Fett beinahe die ganze Masse des Gehirnes und der Nerven. Das Fett ist in der Marksubstanz der Nerven enge mit dem Eiweiß, nach Art der Emulsionen, verbunden, der Axencylinder scheint aus einer Eiweißsubstanz zu bestehen, und die Hüllenmembran aus einer dem Faserstoff ähnlichen, jedoch nicht ihm ganz gleichen Substanz. — Da in dem Gehirne sich die Nervenbahnen vereinigen und die Wirkung des Gehirnes eine Bedingung zur Lebensthätigkeit für alle Nerven, und daher für die in ihnen stattfindenden electromotorischen Strömungen, ist, so kann erwartet werden, daß im Gehirne solche Vorrichtungen sind, wodurch die sowohl sich in ihm selbst, schon durch den Zustand des Wachens und des

Denkens, erschöpfenden Kräfte, als auch die in der Peripherie verwendeten Nervenkräfte schnell wieder ersetzt werden. Zu diesem Zwecke strömt ohne Zweifel die große Blutmenge nach dem Gehirne, welche so bedeutend ist, daß sie die zum Arm gehende, welcher ungefähr ein gleiches Volumen hat, wie der Kopf, ungefähr um das zehnfache übertrifft. Diese große Blutmasse liefert nicht allein ein in allen Fällen hinreichendes Material für die verloren gehenden Stoffe, sondern stellt stets von Neuem die electrischen Gegensätze wieder her; da das Blut in der Lunge stets eine erneuerte Beziehung erhält. Da das Fett in dem Gehirne und den Nerven selbst einen Theil der die Lebensaction (electromotorische Strömungen) vollführenden Substanzen bildet und eng mit dem Eiweiß verbunden ist, so ist es klar, daß hier die verloren gehenden Kohlenstoff- und Wasserstoffatome großen Theils unmittelbar aus dem Fette genommen werden müssen. Hierin liegt auch wahrscheinlich der Grund, warum in dem Gehirne und den Nerven so verschiedenartige Fette sich vorfinden, weil nämlich durch Entfernung von Kohlenstoffatomen immer von Neuem die Art des Fettes sich ändert.

Wenn wir erkennen, daß zu diesen Zwecken ein großer Blutzufluß zu dem Gehirne nothwendig ist, so wird es uns auch einleuchten, warum die großen Behälter für venöses Blut zwischen den Platten der harten Hirnhaut existiren. Da nämlich der Verbrauch der electromorischen Ströme außerordentlich verschieden ist, je nach der Thätigkeit des Gehirnes, so muß auch der Blutzufluß bald ein rascherer, bald ein schwächerer sein. Wäre aber keine Vorrichtung getroffen, um dem abfließenden Blute Raum zu gewähren, so könnte hier außerordentlich leicht eine gefährliche Stauchung des Blutes eintreten, wenn nämlich dasselbe nicht schnell genug einen Abfluß nach dem Herzen fände. Die auf dem Wege des Blutrückflusses an-

gebrachten Cysternen verhüten demnach, daß Geistesanstrengung und Gemüthsbewegungen nicht all zu leicht Schlagfluß und Gehirnentzündung herbeiführen.

Eine Erscheinung, welche gewiß einer Prüfung würdig ist, ist die Thatsache, daß das Gehirn weder an der allgemeinen Abzehrung der Körpers, noch an der allgemeinen Fettsucht, noch der Wassersucht Theil nimmt. Es scheint mir, daß die Natur das für das Leben so wichtige Organ durch folgende Einrichtungen gesichert habe. An der allgemeinen Abzehrung des Körpers nehmen das Gehirn und die Nerven aus dem Grunde keinen Antheil, weil jedes Theilchen auf der Bahn der allgemeinen electromotorischen Strömungen liegt, und also einem benachbarten Gebilde es nicht wohl möglich sein wird, auf Kosten dieser Organe, etwa auf Kosten der in dem Gehirne befindlichen Fette, wie etwa aus den Fettzellen, Stoffe an sich zu ziehen, und weil durch eben diese Einrichtung bei dem Gehirne und den Nerven der stetige Eintritt der chemischen Atome in die frei werdenden Stellen erzwungen wird. Der Ersatz der durch die Erzeugung der electromotorischen Strömungen erzeugten Verluste wird im Gehirne um so leichter eintreten können, als nach diesem Organe so große Zuflüsse von Blut stattfinden, daß hier, auch bei allgemeinem Mangel, dennoch so viel Substanz vorhanden ist, als zum Widerersatz der verloren gehenden Atome (vorzüglich ohne Zweifel Kohlenstoffatome) nothwendig ist. — Die Fettsucht des Körpers verbreitet sich nicht auf das Gehirn, ungeachtet es sehr fettreich ist, weil das im Gehirne befindliche Fett nicht in ruhenden Fettzellen liegt, welche sich nach Umständen zahllos vermehren können, sondern ganz in den Bahnen der allgemeinen electromotorischen Strömungen, wodurch nicht allein den Atomen die Art der Lagerung, sondern auch der Organisation eine bestimmte Begrenzung angewiesen ist. Fettanhäufungen können sich daher möglicher Weise

im Gehirne nur bilden, wenn durch ein örtliches Leiden eine isolirte Plastik entstanden ist (Fettgeschwülste). — An der allgemeinen Wassersucht nimmt das Gehirn aber nicht Theil, weil es hier wegen den zwischen Peripherie und den centralen Theilen gehenden electromotorischen Strömungen nicht leicht eine stockende Intercellularflüssigkeit geben kann. Sammelt sich wässerigte Flüssigkeit an, so geschieht dieses beinahe nur in Folge eines beträchtlichen örtlichen Leidens, namentlich der Entzündung der Gehirnhäute, wodurch eine wässerigte Ausschwitzung aus den Blutgefäßen, insbesondere in die Gehirnhöhlen, bewirkt werden kann, die, wenn sie beträchtlich ist, die Verrichtung des Gehirnes unterbricht.

Dem Stoffwechsel in dem Gehirne und den Nerven ist in mehrerer Beziehung der in den Knochen und Knorpeln, der Erscheinung nach, entgegengesetzt. Diese Theile führen ein mehr isolirtes Leben und sind mit wenig beweglichen Materien erfüllt, so daß der Umtausch der Stoffe nur träge geschieht. Beinahe in sämmtlichen s. g. wahren Knorpeln bildet der Knorpelleim und in den Knorpeln, welche zu Knochen werden, von dem Zeitpunkte an, in welchem die erdigen Theile sich einlagern, der gewöhnliche Leim die hauptsächlichste organische Substanz. Die erdigen Theile, vorzüglich aus phosphorsaurer Kalkerde und nur einer kleinen Menge von kohlensaurer Kalkerde, Fluorcalcium und phosphorsaurer Magnesia bestehend, bilden etwa 60 bis 70 Prozente der Substanz der Knochen, und befinden sich ebenfalls, wenn auch in einem sehr langsamen, Stoffwechsel, indem sie durch das Blut aus den Nahrungsmitteln und Getränken zugeführt und endlich wieder, vorzüglich im Harne, ausgeschieden werden. Am langsamsten ist ohne Zweifel der Stoffwechsel im Schmelz der Zähne, in welchem nur höchstens 6 Prozente organische Materie sich befinden, und dagegen über 3 Prozente Fluorcalcium der phosphorsauren

und kohlensauren Kalkerde beigemengt sind. In den Höhlen der Röhrenknochen und den zellenartigen Räumen der Knochen befindet sich das Knochenmark, welches, nebst Bindegewebe, Gefäßen und Nerven, aus Fett besteht, das ohne Zweifel bei dem Stoffwechsel auf ähnliche Weise in die Bewegung eintritt, wie dieses auch bei den übrigen Fettansammlungen im Körper der Fall ist.

Das vielfach im Körper verbreitete Fett, in so ferne es nicht mit andern organischen Substanzen den Inhalt anderer Zellen bildet, ist in eigenen Zellen, den Fettzellen, eingeschlossen, und befindet sich hier so zu sagen in Vorrathskammern, aus welchen die für den Stoffwechsel nothwendigen chemischen Atome, namentlich Kohlenstoffatome, in andere organische Substanzen eintreten, bis sie endlich ausgeschieden werden, namentlich die Kohlenstoffatome größtentheiles durch die Lunge.

In der Haut, den Schleimhäuten, den Sehnen, den Ueberzügen der Muskel u. s. w. befinden sich Substanzen, welche zwar stickstoffhaltig sind, aber keine vollkommene Eiweißkörper darstellen und, gleich der Grundsubstanz der Knochen, Leim geben. Es ist wahrscheinlich, daß zür Neubildung dieser Gewebetheile, namentlich dem Binde- und dem elastischen Gewebe, kein Eiweiß nothwendig ist, und sie aus anderen Nahrungsstoffen, namentlich den in der Fleischbrühe enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen, so wie aus dem Glutin und Chondrin der Häute, Knochen und Knorpel ernährt werden; ja es ist möglich, daß zu diesen Theilen selbst Stoffe verwendet werden, welche im nämlichen Körper schon in einer eiweißartigen Verbindung waren, also z. B. die aus dem Muskelfibrin zurückkehrende Inosinsäure, das Kreatin und das Kreatinin.

Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigen die oberhautartigen Gewebe, nämlich die Oberhaut (Epidermis), die Nägel, die Haare, und das feine Oberhäutchen der Schleimhäute und

anderer Gebilde darin, daß sie veröden und allmählig abgestoßen werden, wogegen immer neue Theile desselben Gebildes nachwachsen. Es enthalten diese Theile eine stickstoffhaltige, den Eiweißkörpern sich nähernde Substanz und eine ziemlich beträchtliche Menge Schwefel, so daß ein Theil des im Körper verbrauchten Schwefels durch diese, sich ablösenden Gebilde nach außen geführt wird.

Die Absonderungen.

Außer der Ernährung sind zum Theil die in den Gewebezellen vor sich gehenden Prozesse der Thierchemie auf die Ausscheidung der unbrauchbaren Stoffe aus dem Körper gerichtet. Bei manchen Ausscheidungen ist die Mitwirkung der Zellen eine viel geringere als bei anderen, indem die Stoffe großentheiles schon zur Ausscheidung fertig in das Absonderungsorgan gelangen; bei anderen dagegen ist dieselbe eine beträchtliche, indem die Stoffe in dem Ausscheidungsorgan selbst bereitet werden; bei jeder Absonderung ist aber die Mitwirkung der Lebensthätigkeit dieses bestimmten Körpertheiles (die Wirkung desselben nach seiner Construction und seinem Stellenwerthe) jedenfalls nothwendig.

Zu den wichtigsten Ausscheidungen gehören die durch die Lunge. — Neben der Zuführung von Sauerstoff zu den Geweben, der höheren Oxydation mehrerer Blutstoffe, und der Wiederherstellung der zum Leben nothwendigen electrischen Gegensätze, ist die Ausscheidung mehrerer Stoffe Zweck des Athmungsprozesses; ja durch die Lungenausdünstung wird von gewissen Stoffen bei Weitem der größte Theil der aus dem Körper austretenden verbrauchten Stoffe ausgeschieden, so zwar, daß von den in den Nahrungsmitteln aufgenommenen Kohlenstoffatomen von 366 Theilen etwa 335 durch die Lunge hinweggehen. Von den Sauerstoffatomen und von dem Wasser-

stoff der Nahrungsmittel geht ebenfalls ein beträchtlicher Theil durch die Lungen nach außen, aber nur wenig von den Stickstoffatomen. —

Die Verrichtungen, durch welche das Athmen bewirkt wird, sind von der Art, daß wir auch hier, nach menschlicher Art zu denken, die Einsicht des Werkmeisters bewundern müssen. Dieselben stellen einen Luftpumpenapparat vor, in welchem bei ruhigem Athmen die Verdünnung der vorhandenen Luft und also das Einströmen aus der Atmosphäre durch die Zutrittsröhre beinahe ausschließlich durch die Zusammenziehung des, quer zwischen der Bauch- und Brusthöhle liegenden, und ein Gewölbe bildenden Zwerchfells, und die Austreibung der Luft durch das Nachlassen der Zusammenziehung des Zwerchfells und das hierdurch hervorgebrachte Aufwärtssteigen desselben in seine ursprüngliche Raumverhältnisse bewirkt wird. Der Zutrittskanal zu den Lungen oder dem Raume innerhalb der Brusthöhle ist eine Röhre, die nach vorn durch die Knorpel des Kehlkopfes und die knorpeligen Halbringe der Luftröhre und nach hinten durch das Aufliegen der Röhre auf der Wirbelsäule (nur mit dazwischen liegender Speiseröhre) vor dem Drucke der atmosphärischen Luft geschützt ist. Die Brusthöhle selbst stellt einen weiten Cylinder dar, welcher durch Knochenringe (den Rippen mit der Wirbelsäule) und durch kurze, zwischen ihnen liegende und sich kreuzende Muskeln gebildet, und oben durch die starken Muskeln und die übrigen Theile des Halses und nach unten durch das ab- und aufsteigende Zwerchfell geschlossen ist. Die atmosphärische Luft wird übrigens durch die Zusammenziehung des Zwerchfells nicht in einen einzigen großen Raum eingezogen, sondern, indem sich die Luftröhre in immer feiner werdende Aeste und Zweige vertheilt, und die letzte Vertheilung in kleine Bläschengruppen endigt, in kleine Räume von nur 1/18 bis 1/8''' Durchmesser, wo die-

selbe mit dem aus der Lungenschlagader herströmenden Blute, durch die dünnen Häute dieser Bläschen und der auf ihnen hinziehenden Capillargefäße hindurch, in (endosmotische) Berührung kommt. Bei der Austreibung der Luft aus der Lunge wirken die mit glatten Muskelfasern versehenen Luftröhrenzweige mit. — Bei stärkeren Athmungsbewegungen wirken mehr oder weniger, außer dem Zwerchfelle verschiedene, am Rumpfe liegende Muskeln. Bei dem Einathmen treten die Muskeln, welche die Rippen auseinander ziehen und dadurch die Brusthöhle erweitern, in Thätigkeit, bei dem Ausathmen solche, welche dieselben einander nähern, und bei gewaltsamem Ausathmen, z. B. bei dem Blasen von Blasinstrumenten, diejenige Bauchmuskeln, welche die s. g. Bauchpresse bilden, durch deren Wirkung die Bauchhöhle verengert und das erschlaffende Zwerchfell nach oben getrieben wird.

Nebst den, die Bewegung des Luftpumpenapparates bewirkenden Einrichtungen, kommen mehrere mechanische Vorrichtungen in Betrachtung, durch welche der Athmungsprozeß gesichert wird. Hierher gehören der Kehlkopfdeckel, welcher beim Schlingen der Nahrungsmittel und Getränke sich auf den Eingang des Kehlkopfes legt und hierdurch das Eindringen von Stoffen in den Kehlkopf und die Verstopfung der Athmungswege verhindert. Ferner die Stimmritze, welche auf einen fremden Reiz sich zusammenzuziehen vermag, und dadurch ebenfalls das Eindringen fremder Stoffe in die Luftwege erschwert. Der doppelte Zugang zu den Athmungswegen durch Mund und Nase, wodurch bewirkt wird, daß bei einer Hemmung in dem einen oder dem andern Theile das Athmen fortgesetzt werden kann, so wie die oben schon beschriebene Einrichtung des Gaumensegels, wodurch das Hineingleiten von Speisen in die hintere Nasenöffnung verhindert wird; die Flimmerbewegung auf der Schleimhaut der Athmungswege,

wodurch die Ausstoßung von Körperchen, welche in die Athmungswege gerathen sind, sowie die des abgesonderten Schleimes befördert wird; die schon oben angeführte Klappeneinrichtung in der rechten Herzkammer, wodurch bewirkt wird, daß die Menge des zufließenden Blutes sich nach der Stärke des Athmungsprozesses zu richten vermöge u. s. w.

Die mechanischen Hebel der Athmungsbewegungen sind aber nicht das einzige Mittel, um den Athmungsprozeß zu erhalten; ein nicht unwichtiges Mittel ist die Diffusion der Gase (Gaswechsel oder Vermengung), wodurch theilweise bewirkt wird, daß die in die Lungenbläschen aus dem Blute eingetretene Kohlensäure und der Wasserdampf nicht in denselben und den Luftröhrenzweigen liegen bleiben, sondern in die Luft austreten, und daß die atmosphärische Luft nicht durch die Kohlensäure gehindert wird, in die Lungenbläschen zu gelangen und hier auf das Blut zu wirken.

Der Hauptgrund des Athmungsprozesses liegt übrigens jedenfalls in den Prozessen der Thierchemie; denn in dem Larven- oder Embryonalzustand der höheren Thiere und bei den niederen Thieren finden Athmungsprozesse in den Kiemen, in der Allantois und dem Mutterkuchen statt, ohne daß eine Luftpumpeneinrichtung vorhanden ist, und ohne daß sich die Gesetze der Diffusion der Gase geltend machen können, da hier nicht zweierlei Gase im elastischen Zustand in unmittelbare Berührung kommen. Indem bei dem Athmungsprozeß, durch die Haut der Capillargefäße und die der Lungenbläschen hindurch, Stoffe an die Atmosphäre abgegeben werden und andere aus der Atmosphäre in das Blut übergehen, ist der Prozeß als ein endosmotischer zu betrachten, welcher unter der Einwirkung der Thierchemie steht.

Ausscheidungen durch die Nieren. Wenn sich nach den Athmungsorganen vorzüglich die zur Ausscheidung

kommenden Kohlenstoffatome ziehen, so nehmen die aus dem Körper austretenden Stickstoffatome großentheils ihre Richtung nach den Nieren, wo sie vorzüglich im Harnstoff und in den geringeren Mengen von Harnsäure, Inosinsäure, Kreatin und Kreatinin und in Ammoniakverbindungen abgehen. Nicht stickstoffhaltige organische Substanzen sind im Harne gering und bestehen beinahe nur in etwas Milchsäure; dagegen nehmen die aus dem Körper ausscheidenden Salze, namentlich das Chlornatrium (Kochsalz) und Chlorammonium, das schwefelsaure Kali und Natron, das phosphorsaure Natron und Ammoniak und die phosphorsauren Erden vorzüglich ihre Richtung nach den Nieren und das überflüssige oder unbrauchbar gewordene Wasser geht zum großen Theile durch dieselben ab. — Die Stoffe, welche durch die Nieren abgehen, werden nicht in denselben erzeugt, sondern sind großentheiles schon im Blute vorhanden; dennoch ist die Ausscheidung, obgleich der Blutdruck auf die Gefäßknäuel in den Malpighi'schen Körperchen stark wirkt, nicht blos eine mechanische, sondern es wirkt hier ebenfalls die Thierchemie, sowohl damit die geeigneten Stoffe ihre Richtung nach den Nieren nehmen, als auch wahrscheinlich, um einzelne Stoffe zu bereiten, namentlich den Harnfarbstoff.

Ausscheidungen durch die Haut. Es werden durch die Haut eine beträchtliche Menge Wassers und kleine Mengen von Kohlensäure und Stickstoff durch die unmerkliche Ausdünstung entfernt. Der Wasserdunst wird zuweilen zur tropfbaren Flüssigkeit und erscheint als Schweiß, in welchem Salze, namentlich Chlornatrium und Ammoniaksalze und etwas Fettstoffe enthalten sind. Nebst der Ausscheidung dieser Stoffe selbst haben die unmerkliche Ausdünstung und der Schweiß selbst die Regulirung der Temperatur des Körpers im Gefolge; denn bei der Verflüssigung der Stoffe wird Wärme von dem Körper an dieselben abgegeben und es wird um so mehr durch die

Absonderung Wärme verzehrt, als sie durch Erhitzung erhöht wird. — Die Fettabsonderung in der Haut dient, die Theile einzuhüllen und schlüpfrig zu machen und die Horngebilde (Oberhäutchen, Nägel, Haare), sowie das Trommelfell vor Vertrocknung zu bewahren. Das Abgsonderte erscheint unter verschiedenen Modificationen als gewöhnliche Hautschmiere, als Augenbutter, Ohrenschmalz, Vorhautsalbe und als Käseschleim der Neugebornen. — Die unmerkliche Hautausdünstung und der Schweiß werden zum Theil in den Schweißdrüsen und zum Theil in den oberflächlich liegenden Capillar-Blutgefäßen der Lederhaut erzeugt, die Hautsalbe in den zahlreichen Talgdrüsen der Haut.

Die Absonderung der Magen- und Darmsäfte, des Speichels, des Bauchspeichels und der Galle hat zum Theil andere Zwecke als die der Ausscheidung von unbrauchbaren Stoffen, indem diese Flüssigkeiten zur Umsetzung der Stoffe großen Theils verwendet werden. Ein Theil dieser Stoffe geht jedoch als Auswurfsstoffe nach außen, wenn Speichel ausgespieen wird, und indem mehr oder weniger von diesen Materien mit den Stuhlentleerungen abgehen. Insbesondere bilden gallichte Stoffe einen Hauptbestandtheil der Darmentleerungen (Fäcalmassen). — Die Galle ist nicht in dem Blute enthalten, sondern wird in der Leber aus Stoffen des Blutes bereitet. Es sind ohne Zweifel vorzüglich die mit dem Pfortaderblute zur Leber gelangenden, im Zerfallen begriffenen Blutzellen, welche das Material zur Gallenbildung abgeben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die in jenen Wracks von Blutzellen noch vorhandenen brauchbaren Stoffe zur Bildung der neuen (farblosen) Blutzellen, welche in so großer Zahl im Lebervenenblute sich vorfinden, verwendet werden, und die nicht in diese neuen Blutkörper eintretenden Substanzen in die Galle übergehen. Unter den, die Galle bildenden Stoffen scheint aber

ein nicht geringer Theil zu sein, welcher noch zu weiteren Zwecken im Organismus verwendet wird, da ein beträchtlicher Theil der Galle nicht mit den Darmentleerungen abgeht, sondern von Neuem in die Wege des Blutumlaufes übertritt. Das Blutroth der zerfallenden Blutzellen scheint ganz zur Gallenbereitung verwendet zu werden, da der Gallenfarbstoff wohl nicht eine andere Quelle haben kann und der Mangel an Farbstoff in vielen Zellen des Lebervenenblutes hierfür spricht. Die stickstoffhaltigen Gallensäuren mögen ihr Material zum Theil aus dem Globulin der zerfallenden Blutzellen ziehen. Die nicht im Athmen zu Kohlensäure und Wasser zerfallenden Fettstoffe des Blutes, welche schon auf der zurückschreitenden Bewegung sind, werden zu einem großen Theile durch die Galle, als Gallenfett (Cholesterin), ausgeschieden.

Es enthält die Galle drei wesentliche Bestandtheile, einen harzähnlichen, aus welchem die Gallensäuren sich ausscheiden lassen, Gallenfarbstoff und Cholesterin. — Die Werkstätten der Gallenbereitung sind die Gewebezellen der Leber (Leberzellen), welche demnach aus dem vorbeiströmenden Blute und namentlich aus den zerfallenden Blutzellen Stoffe an sich ziehen und dieselben nach und nach zu den verschiedenen Gallenstoffen verbinden, welche sie sodann in die Gallengänge absetzen, von wo sie, zum Theil nach einem Aufenthalte in der Gallenblase, durch den gemeinschaftlichen Gallengang (Ductus cheledochus) in den Zwölffingerdarm fließen.

Von den übrigen Ausscheidungen haben die der Thränen (Wasser und 1 Prozent feste Theile, nämlich Chlornatrium und extractartige Materien) und die des Schleimes in der Nasen- und Mundhöhle und dem Darmrohr, den Geschlechtstheilen, den Harnwerkzeugen u. s. w. (mit etwas verschiedenartiger Zusammensetzung, im allgemeinen aber aus Wasser und in 1000 Theilen aus 53 Schleimstoff und ganz kleinen Portionen

extractähnlicher Materien und Salzen bestehend) beinahe nur eine örtliche Bedeutung, indem sie die betreffenden Theile mit einem sie schützenden und schlüpfrig machenden Ueberzuge versehen. Auf die Prozesse der Thierchemie im Allgemeinen wirken sie nur im geringen Grade zurück, da die durch dieselben ausgeschiedenen Stoffe der Menge nach nicht sehr bedeutend sind. — Sowohl die Thränen als der Schleim werden in eigenen Drüsen erzeugt; jedoch scheint der Schleim aus den Capillargefäßen auch unmittelbar abgesondert werden zu können.

Ein drittes Ziel für die Prozesse der Thierchemie ist die Bereitung und die Ausscheidung der für die Erzeugung und Ernährung der Leibesfrucht erforderlichen Substanzen und organisirten Theile. Hierher gehören bei dem Weibe die Erzeugung und Ausstoßung der Eichen und die, hiermit zusammenhängende, monatliche Reinigung und Kindbettreinigung, und die Absonderung der Milch, und bei dem männlichen Geschlechte die Bereitung und Entleerung des Samens. Ich werde diese Gegenstände nochmals in dem Kapitel über die Fortpflanzung der Gattung zur Sprache bringen und erwähne hier nur, daß diese Ausscheidungen und der damit verbundene Kraftverbrauch auch nicht unwichtig für die thierische Oeconomie sind, indem bei gesunden Individuen und in dem Alter, für welches die Geschlechtsverrichtungen bestimmt sind, ein ordnungsmäßiger Gang in denselben der Gesundheit zuträglich sich zeigt, so sehr der Mißbrauch gefahrdrohend ist. Bei dem Manne ist der Verlust der wägbaren Stoffe gering, indem in dem Samen nur 6 Prozente organischer Substanz, ein eiweißartiger Körper (Spermatin), sind; es ist aber der Verbrauch an Kraft größer, als beim Weibe. Dagegen ist bei dem Weibe die Ausscheidung von organischen Substanzen aus dem Körper desselben, zum Zwecke der geschlechtlichen Vorgänge, viel größer, indem oft in der monatlichen Reinigung und in der Kindbett-

reinigung viel Blut und ausgeschwitzte Stoffe abgehen, die Frucht im Mutterleibe viele Nahrungsstoffe an sich zieht, und durch die Milchabsonderung beträchtliche Mengen organischer Substanzen für die Mutter verloren gehen, die wieder in der Regel durch eine gesteigerte Stoffbereitung ersetzt werden.

Fragen wir nach dem unmittelbar Wirkenden in den erwähnten Prozessen der Thierchemie, so gelangen wir auf zweierlei Verhältnisse. Erstens finden wir gewöhnliche chemische Anziehungen. Wir finden insbesondere, daß der Sauerstoff der Atmosphäre, welcher im Athmungsprozeß an das Blut tritt, sich, wie auch im chemischen Laboratorium, mit verschiedenen Stoffen verbinde, wobei sich Wärme entwickelt. Es ist somit, da der Sauerstoff immer von Neuem an die Substanzen gelangt, und anderer Seits immer neue Stoffe, mit welchen der Sauerstoff der Atmosphäre in Verbindung treten kann, vorzüglich durch die Aufnahme der Nahrungsmittel und Getränke dem Körper zugeführt werden, ein beständiger Stoffwechsel im Gange, in welchem die Stoffe verschiedene Oxydationsstufen erreichen, bis sie als Kohlensäure (eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff), Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff), Harnstoff (Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff) u. s. w. ausgeschieden werden. Organische Substanzen, welche nicht, auf irgend einer Oxydationsstufe, Verbindungen anderer Elemente mit dem Sauerstoff sind, gibt es nicht in dem Körper. Zum Theil bilden diese Verbindungen des Sauerstoffs wirkliche Säuren, welche zuweilen mit Basen in Verbindung treten. Namentlich ist die Intercellularflüssigkeit größtentheils sauer, insbesondere enthält die der Muskeln viel Milchsäure, während das Blut mehr alkalische Beschaffenheit zeigt, so daß also hier schon aus diesem Grunde chemische Anziehungen stattfinden müssen. Die in den organischen Verbindungen enthaltenen Phosphor- und Schwefelatome bilden ohne Zweifel durch die Ver-

einigung mit dem aus der Atmosphäre eintretenden Sauerstoff die Phosphor- und Schwefelsäure, welche wir in den, in den Ausscheidungen enthaltenen, phosphor- und schwefelsauren Salzen und dem phosphorsauren Kalk der Knochen finden u. s. w.

Zweitens bestehen zweierlei Einrichtungen, wodurch auf die chemischen Anziehungen eingewirkt wird. 1) Die schon in den Nahrungsstoffen bestehende Organisation. Wie schon oben erwähnt wurde, vermögen die einfachen chemischen Stoffe, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff u. s. w., wenn sie als solche dem Körper dargeboten werden, nicht zur Ernährung zu dienen, sondern nur, wenn sie durch die Pflanze schon eine Organisation erhalten haben, das ist, wenn die chemischen Atome in einer bestimmten Art der Lagerung zu einander (Polarisation) sich befinden. Durch diese Lagerung der Atome treten die Nahrungsstoffe mit den, den lebenden Körper bildenden Substanzen (Atomengruppen) in Wechselwirkung, was ein einfaches, vielleicht indifferentes Atom nicht vermöchte; sie wirken theils bestimmend (durch ihre Polarisationen) auf die in Bewegung begriffenen chemischen Atome ein, und geben auch an diese Atomengruppen einzelne chemische Atome ab, und erhalten selbst durch die vorhandene Organisation der dem lebenden Körper angehörenden Theile eine solche Lagerung ihrer eigenen Atome, daß dieselbe dem Vorhandenen entspricht, und die Nahrungsstoffe dadurch selbst ein Theil des Körpers werdeu.

2) Die Organisation des lebenden Körpers. — Jeder einzelne Gewebetheil zieht die für ihn tauglichen Stoffe aus der Blutmasse an und lagert dieselben, sie selbst mehr oder weniger umwandelnd, je nach ihrer Beschaffenheit in verschiedenen Richtungen an, so daß z. B. der Zellenkern eine andere Zusammensetzung erhält, als die Zellenwandung. Wenn, wie so eben erwähnt wurde, in den organischen Substanzen die einfachen chemischen Atome nicht blos durch ihre ursprüngliche

chemische Eigenschaft wirken, sondern zugleich durch ihre Zusammenfügung, wodurch sie bestimmend auf die Lagerungen der Atome in anderen chemischen Gruppen wirken, so kann nicht anders angenommen werden, als daß die Gewebezellen selbst durch ihre Organisation in die Thierchemie eingreifen, indem die Lagerung der Atome (Polarisation) von einer Stelle zur anderen wirkt, und also im Ganzen dasselbe Gesetz gelten muß, so daß im Ganzen die Zelle Polarisation zeigt. Es hat demnach jedes Atom der die Zelle zusammensetzenden Stoffe sowohl in seiner Verbindung mit der organischen Substanz, zu welcher dasselbe gehört, als auch hinsichtlich seiner Verbindung mit der ganzen Zelle, die ihm durch diese Organisation zukommende Kraftäußerung, das ist: seinen Stellenwerth. — Wie aber jedes Atom durch seine Verbindung mit den übrigen Atomen und die einzelne organische Substanz mit den übrigen, die Zelle bildenden Atomengruppen ihr specifisches Wirkungsvermögen erhalten, so ist auch die einzelne Zelle nichts Isolirtes, sondern erhält nur in Verbindung mit anderen Zellen und dem Körper überhaupt ihre Bedeutung hinsichtlich der eigenthümlichen Einwirwirkung auf die Stoffe, was schon daraus hervorgeht, daß die Stoffe durch die Organisation des Körpers in den allgemeinen Flüssigkeitsbahnen (Gefäßen) ihre Richtung der Bewegung nach den verschiedenen Körpertheilen erhalten. Somit wirkt also der Körper durch die Art der Lagerung der Atome zu einander, durch die Verbindung der verschiedenen Substanzen mit einander, durch die Uebereinanderschichtung der Gewebe und durch die, vermittelst der Nerven- und Blutbahnen in Zusammenhang mit einander stehenden, verschiedenartigen Körpertheile auf die chemischen Vorgänge in allen einzelnen Theilen nach dem Stellenwerthe jedes größeren und kleineren Theiles ein. — Nicht um das Gesagte durch einen Analogieschluß zu beweisen, sondern nur um den hier vorgetragenen

Gedanken faßlicher zu machen, vergleiche ich die genannten Wirkungen der Organisation mit denen der galvanischen Säule: Weder ein Stück Kupfer noch ein Stück Zink ist galvanisch und zeigt auf diese und jene chemische Prozesse einen bestimmenden Einfluß, es zerlegt z. B. das Wasser nicht. Verbindet man aber das Zink und das Kupfer durch eine feuchte Zwischenlage mit einander, so zeigt nun dieses organisirte Ganze eine chemische Wirkung und zerlegt z. B., wenn die beiden Enden dieses Ganzen (Kupfer- und Zinkpol) in Wasser gesenkt werden, das Wasser in seine Elemente, Wasserstoff und Sauerstoff. Schichtet man mehrere solche Plattenpaare übereinander, so bildet diese Zusammenfügung selbst ein größeres Ganze, welches auf gleiche Weise, wie das einzelne Plattenpaar, nach zwei Richtungen verschieden wirkt, und z. B. aus dem Wasser nach dieser Richtung hin das Sauerstoffgas und nach jener Wasserstoffgas ausscheidet. — Was man metabolische (umsetzende) Kraft der Zelle nennt, ist also die anziehende und auf die Art der Lagerung der chemischen Atome bestimmend wirkende Kraft, welche die einzelne Zelle sowohl durch ihre eigene Organisation, als durch die Organisation des Ganzen und die im lebenden Körper stets stattfindende Erneuerung der electrischen Gegensätze erhalten hat.

Die hier durchgeführte Betrachtung über die, den Körper erhaltenden Prozesse der Thierchemie leitet uns unmittelbar zu der, auch durch andere Beobachtungen gewonnenen, Erkennung der Thatsache, daß im Organismus die Theile stets einander sich bedingen und selbst ohne beträchtlichen Austausch der wägbaren Stoffe einer gemeinsamen Kraftäußerung fähig sind. So z. B. bedingen die centralen und peripherischen Apparate ihr Bestehen und ihre Kraftentwicklung gegenseitig, ohne daß ein bedeutender Stoffwechsel zwischen beiden von statten geht, und ebenso üben der Nerve eines Gewebes und das specifische

Gewebe ihren Einfluß auf einander aus, ohne daß eine Stoffbewegung von Belange stattfindet. Wir werden auch durch diese Betrachtung auf die im Organismus bestehende Analogie mit den galvanischen Apparaten hingewiesen, in welchen große electrische Gegensätze sind, aber die Stärke des Stoffwechsels nicht im Verhältniß zu denselben stehend sich zeigt.

Zu den im Körper wirkenden Gegensätzen gehören zunächst die durch ihre eigene Qualität und durch die Art ihrer Verbindung in den organischen Substanzen wirkenden, chemischen Atome. Da die Zahl der Atome zuweilen in verschiedenen Substanzen die gleiche ist, so nimmt man an, daß ihre Verschiedenheit von der Stellung der Atome zu einander bedingt sei.

Ferner wirken die organischen Substanzen auf einander ein, ohne immer eine bedeutende Abgabe von Stoffen an einander zu zeigen. So z. B. bewirkt das Pepsin im Magensaft (ein eiweißartiger Körper), daß die dem Magen dargebotenen Nahrungsstoffe, namentlich die eiweißartigen Körper, sich auflösen, und sich in ihren Atomen umlagern, ohne daß das Pepsin einen größeren Verlust in den ihn zusammensetzenden Theilen, als etwa $1/60000$ seines Gewichtes erleidet. Diese Wirkung kann doch wohl nicht anders erklärt werden, als daß das Pepsin durch die (polarische) Beziehung seiner Atome auf die Atomengruppe des betreffenden Nahrungsstoffes einen Stoß ausübe und die Atome dieser Gruppe in Bewegung und Umlagerung bringe.

Noch deutlicher zeigen sich polarische Gegensätze in der Anordnung der die einzelnen Gewebe bildenden Substanzen; denn nach Dübois-Reymonds Entdeckung zeigen sich in demselben, namentlich den Muskeln und den Nerven, die Magnetnadel des Galvanometers bewegende Strömungen (electromotorische Strömungen), was ohne die Annahme electrischer Gegensätze in den Substanzen (Polarisation der Molecüle)

nicht gedacht werden kann. Diese Electricitätserscheinungen hängen von dem Leben ab, und treten z. B. bei Bewegung von Muskeln hervor. Sie haften noch einige Zeit in dem herausgeschnittenen Nerven und Muskel, erlöschen aber sodann, namentlich in dem Muskel, wenn er aufgehört hat, reizbar zu sein.

Nicht allein zwischen den Molecülen eines bestimmten Gewebes, sondern auch zwischen bestimmten, in der Verrichtung ein Ganzes bildenden, verschiedenartigen Geweben finden electrische Gegensätze statt, was schon der Umstand darthut, daß die electromotorische Strömung von dem Nerven auf den Muskel übergehen kann. Es ist anzunehmen, daß solche Gegensätze immer zwischen dem Nerven eines Gewebes und dem Gewebe bestehen, also namentlich zwischen dem motorischen Nerven und der Muskelfaser, dem sensitiven Nerven der Haut und der Hautfibrille, dem Sehnerven und den durchsichtigen Theilen des Auges und wahrscheinlich dem Lichte selbst u. s. w.; denn es ist die specifische Lebensäußerung dieser Theile von dem Zusammenwirken des Nerven und des specifischen Gewebes abhängig.

Wie wir Nerven und Muskel, Nerven und Hautfibrille u. s. w. sich einander, hinsichtlich ihrer specifischen Lebensäußerung, wechselseitig bedingen sehen, so daß sie als ein Apparat betrachtet werden müssen, so finden wir auch bestimmte Apparate von einander abhängig, und offenbar ebenfalls in einem polarischen Gegensatz. Namentlich hängen die peripherischen Apparate so sehr von ihrer Verbindung mit den Centralapparaten des Nervensystems ab, obgleich sie von daher keinen Stoffzufluß erhalten, daß bei Unterbrechung dieser Verbindnng sie nicht allein die Fähigkeit ihre Verrichtung fortzusetzen verlieren, sondern auch der Gefahr des gänzlichen Zerfallens ausgesetzt sind. — Auch Körpertheile, welche nicht in unmittelbarer Nervenverbindung mit einander stehen (wie es bei den Cen-

traltheilen des Nervensystems und den peripherischen Apparaten der Fall ist), zeigen oft eine solche Abhängigkeit von einander und scheinen demnach in einem polarischen Verhältniß zu einander zu stehen. So z. B. stehen die Geschlechtstheile und gewisse Theile am Haupte, am Halse und der Brust mit einander in Beziehung, denn der castrirte Knabe erhält als Mann keinen Bart und behält eine kindliche oder weibliche Stimme, der castrirte Hirsch setzt kein neues Geweih auf u. s. w.

Endlich ist der Gegensatz, welcher zwischen den Haupttheilen des künftigen Organismus schon in dem Dotter bei mehreren Thieren durch Verschiedenheit der Dottersubstanz sich ausspricht, der zwischen dem s. g. animalen Blatte nnd dem vegetativen Blatte, von durchgreifender Bedeutung. Aus dem animalen Blatte werden alle diejenigen Theile des Körpers gebildet, welche den dem Thiere, vor der Pflanze, ausschließlich zukommenden Verrichtungen vorstehen, nämlich der willkürlichen Bewegung, der Sinnes- und Geistesthätigkeit; aus dem vegetativen Blatte bilden sich aber die Eingeweide, mit den dazu gehörenden Theilen, also diejenigen Theile, welche die Herde der Stoffbereitung, die des pflanzlichen Lebens im Thiere, sind. Beide Theile können nicht ohne einander bestehen. In einer Abtheilung des ersteren sammeln sich alle Nervenbahnen des Körpers, oder strahlen von derselben aus, und sind eine wesentliche Bedingung für die specifische Thätigkeit und das Leben der peripherischen Theile überhaupt, so daß eine Zerstörung dieser Theile (des Gehirnes) bei den höheren Thieren den augenblicklichen Tod zur Folge hat. In einer Abtheilung des letzteren (den Lungen) endigen die nach außen sich kehrenden Schlingen sämmtlicher Blutbahnen im Körper oder wenigstens es wird, durch die schon bezeichnete Einrichtung des Blutkreislaufes, sämmtliches Blut durch diese feinen Bahnen geführt und wechselt hier, mit der atmosphärischen Luft in Berührung

gesetzt, seine Beschaffenheit, so daß es stets von Neuem in (electrischen) Gegensatz und Wechselwirkung mit den Geweben tritt. Wird das Blut plötzlich dem Körper entzogen, so tritt auch hier bei höheren Thieren, wie nach Zerstörung des Gehirnes und Rückenmarkes, augenblicklich der Tod ein.

Von den die verschiedenen Körpertheile verbindenden und ihre physicalischen Beziehungen (wahrscheinlich ihre Polarisationen) vermittelnden Bahnen sind die Nervenbahnen diejenigen, welche, so viel wir erkennen, ausschließlich electromotorische Bahnen sind und keine wesentliche Stoffbewegung vermitteln. Von den hier obwaltenden Eigenthümlichkeiten heben wir folgende hervor: Alle Nervenfasern leiten isolirt bis zu der Stelle, an welcher dieselben mit Masse der Centralorgane des Nervensystemes in Berührung kommen, nämlich in den Ganglien, in dem Rückenmarke und dem Gehirne, wo sodann die Bewegung von einem Nerven auf einen anderen überspringen und wiederum nach der Peripherie laufen kann, was man Reflexbewegung nennt. (Marshall Hall und Müller). Es sind übrigens die leitenden Bahnen viel feiner, als die feinsten Nervenfasern sind, was man schon daran erkennt, daß auch die Lichtstrahlen isolirt geleitet werden, welchen gegenüber die Nervenfasern von grobem Kaliber sind. —

Den peripherischen Theilen (Apparaten) gegenüber bestehen entsprechende Theile im Gehirne, welche durch die Nervenbahnen mit diesen verbunden und durch Vermittlung derselben, bei Erregung von außen, in Thätigkeit gesetzt werden, so wie auch ihre Thätigkeit durch die Nerven eine entsprechende Action in den äußeren Theilen (Muskeln) erweckt. Die denkende Kraft nimmt nur die in den inneren Apparaten wirkenden Veränderungen wahr, setzt dieselben aber als in der Peripherie oder Außenwelt vor sich gehend voraus, was man das Gesetz der excentrischen (peripherischen) Erscheinung

nennt, und so kann es kommen, da die inneren Apparate oft durch innere Ursachen, namentlich durch krankhafte Zustände, in Thätigkeit gesetzt werden können, so daß ein Individuum Gegenstände wahrnimmt, welche in der Außenwelt nicht existiren, und Empfindungen in Körpertheilen wahrzunehmen glaubt, welche vielleicht schon längst, z. B. durch Amputation, von seinem Körper getrennt sind.

Jeder Nerve eines Apparates wirkt nur auf eine bestimmte Weise und übernimmt die specifische Art der Thätigkeit eines andern Nerven niemals. So z. B. erregen alle Reizungen des Sehnervens nur Lichtempfindungen und niemals Schallempfindung und die des Gehörnervens nie eine Lichtempfindung.

Die Nerven, welche zu den, ausschließlich für das pflanzliche Leben bestimmten Apparaten (Eingeweide) gehören, führen von diesem Apparat zunächst zu kleineren, isolirt liegenden, gehirnartigen Massen, den Ganglien, und gehen von da in einzelnen Bahnen zum Rückenmarke und dem Gehirn. Die in das Rückenmark eintretenden Nerven sind so geordnet, daß in den hinteren Wurzeln alle empfindenden (sensitiven) und in den vorderen alle bewegenden (motorischen) Nerven liegen (Bell).

Daß auch durch die Blutbahnen hindurch physicalisch-chemische Bahnen gehen, wodurch die Einzeltheile des Organismus zu einem Ganzen verbunden werden, und auch auf die Substanzen chemisch eingewirkt und ihnen die Richtung der Bewegung mitgetheilt wird, wurde schon oben gezeigt und somit stellt sich heraus, daß die verschiedenartigsten Apparate des Körpers in Wechselwirkung zu einander stehen, was durch die Nerven, durch welche electromotorische Strömungen gehen, und durch das, beständig seine Electricitätsverhältnisse wechselnde Blut, ermittelt wird, und daß also die Apparate selbst in electrischen Gegensätzen zu einander sich befinden.

Wenn wir aus den so eben unternommenen Betrachtungen

zu dem Schlusse gelangt sind, daß neben dem gröbern Stoffwechsel, eine, nur mit kaum merkbaren Veränderungen in der wägbaren Materie verbundene Wechselwirkung zwischen den verschiedenen, den Körper bildenden Theilen stattfinde, welche theilweise schon im Wege des Experimentes als eine aus electrischen Gegensätzen hervorgehende Bewegung sich kund gibt, so werden wir uns aufgefordert finden, den menschlichen Organismus nicht allein in Beziehung auf den gröberen Stoffwechsel, sondern auch in seinen Beziehungen als organisirter (Polaritätseigenschaften kundgebender) Körper zu den nicht wägbaren Potenzen der Außenwelt zu untersuchen. Die Beziehungen der Augen zu den Lichtwellen, der Ohren zu den Schallwellen, die Wirkung der Samenfädchen auf das Ei u. s. w. werde ich in andern Kapiteln dieser physiologischen Untersuchungen zum Gegenstande der Besprechung wählen. Hier will ich nur die Aufmerksamkeit auf den Umstand leiten, daß der Mensch nicht isolirt im Weltall sich befindet, sondern daß er, wie auch jeder Gegenstand aus dem Pflanzen- und dem Mineralreiche, der ihn bildenden Substanzen nach, zum Erdkörper gehört; daß ferner die Erde ebenfalls kein isolirtes Ganze ist, sondern daß sie zu einem bestimmten Sonnensysteme gehört, und daß dieses Sonnensystem selbst wieder einen Theil eines größeren Ganzen bildet; ja endlich, daß die Weltkörper selbst, mit der sie umgebenden Atmosphäre nur einen kleinen Theil des Raumes ausfüllen, in dem sie schweben, und daß daher, um ganz die Bedingungen unserer Existenz zu kennen, es zu wissen nothwendig wäre, was weiterhin der Weltraum enthielte. Ich werde, wenn wir den Versuch unternehmen werden, auf die Schöpfungsvorgänge der Pflanzen- und Thierwelt das Licht der Physiologie fallen zu lassen, darthun, daß diese Ereignisse jedenfalls unter den Wirkungen des Weltorganismus standen und daß daher unsere Organisation und unser Leben in einer

viel innigeren Verbindung mit der Welt im Ganzen stehen, als man, wenn unser Organismus nur als ein abgeschlossenes Ganze betrachtet wird, zu ahnen im Stande ist. Indem wir vorerst nur unsere Sonne und ihre Planeten ins Auge fassen, so frägt sich zunächst, von welcher Beschaffenheit das Band sei, welches die Planeten an die Sonne fesselt und dieselben im Kreise um sie schwingen läßt. Das von Keppler und Newton aufgestellte Gravitationsgesetz dient zwar dem Astronomen vollkommen zur Erklärung seiner Wahrnehmungen, nicht aber dem Physiologen zur Beantwortung der von ihm angestellten Fragen, indem derselbe nicht blos zu wissen nothwendig hat, daß eine Anziehung zwischen den Weltkörpern stattfindet, sondern auch zu erfahren sich bestreben muß, auf welche Weise die Wirkung des einen Weltkörpers auf den andern, z. B. der Sonne auf den 800 Millionen Stunden entfernten Uranus oder gar des einen Sonnensystems auf ein anderes, vollbracht werde. Würden wir z. B. wissen, daß die Weltkörper in electrischem Gegensatze zu einander stehen und daß sie durch electrische Strömungen verbunden sind, so würden wir schon hierdurch zu neuen Anschauungen über die in unserm Organismus wirkenden Kräfte gelangen. Da wir Theile der Erde sind und die Erde mit ihren electrischen Kräften im Bereiche der Sonnenwirkung ist, so muß nothwendig die electrische Spannung je nach dem Stande der Erde zur Sonne eine verschiedene sein, und namentlich auf den verschiedenen Erdtheilen mit der Drehung der Erde um ihre Axe wechseln. Dürften wir diese Verhältnisse als bestehend voraussetzen, so müßten wir zur Annahme gelangen, daß diejenigen Wechselwirkungen in unserm Organismus, welche nicht ihren unmittelbaren Grund in dem gröberen Stoffwechsel besitzen, mit dem Wechsel der electrischen Spannung zwischen der Erde und der Sonne ebenfalls sich verändern müssen, also z. B. die Wechselwirkung zwischen den

peripherischen und den centralen Apparaten, so daß dieselbe am Tage stärker und in der Nacht geringer wäre. In der Nacht würden demnach, so weit nicht durch künstliche Weise die Wirkung der Theile auf einander gesteigert wird, die sämmtlichen Theile, in welchen das electrische Moment vorzüglich die Lebensthätigkeit bedingt, zu Ruhe kommen, was wahrscheinlich die nächste Ursache des Schlafes ist. Allerdings ist der, durch die veränderte Stellung unseres Erdtheiles zur Sonne, nach dieser Annahme, gesetzte Grad der electrischen Spannung zwischen den Körpertheilen nicht so mächtig, daß er nicht durch andere, auf den Organismus einwirkende Potenzen modificirt werden könnte, so daß man nicht im Stande wäre, bei Nacht zu wachen und bei Tage zu schlafen; im Allgemeinen wäre aber derselbe doch sehr durchgreifend, indem von Meridian zu Meridian in dem Maaße, als sich die Erde um ihre Axe dreht, die Geschöpfe zur höheren Thätigkeit erwachen und wieder zur Ruhe sinken.

Die Bedingungen, welche die ununterbrochenen Wechselwirkungen der auf einander wirkenden electrischen Gegensätze unterhalten, sind erstens die stets erneuerte Einwirkung äußerer Einflüsse, wodurch die Gegensätze, welche durch die Lebensprozesse ausgeglichen werden, stets von Neuem hergestellt werden. Es bestehen diese äußeren Einwirkungen theils in dem Eintritt neuer Stoffe, insbesondere organisirter Stoffe (Nahrungsstoffe) in den Körper, wodurch die in dem Lebensprozesse herausfallenden Atome wieder erneuert werden, und theils in der steten Lostrennung von Atomen, durch die Einflüsse der Außenwelt, namentlich in dem Athmungsprozesse. Durch den letzteren Vorgang erhalten inbesondere die Blutkörperchen stets von Neuem eine chemische Veränderung und treten dadurch in einen neuen electrischen Gegensatz zu den Geweben und ihren Stoffen, so daß also mit jedem Blutumlauf von Neuem eine

electrische Spannung zwischen dem Blute und den Geweben sich herstellen muß. — Zweitens ist zur Fortdauer der Wechselwirkung der im electrischen Gegensatz stehenden Körper es nothwendig, daß der Organismus hinsichtlich der großen, das Ganze beherrschenden Gegensätze, nicht verletzt werde. — Wie ich bei der Betrachtung der Entwicklung der Frucht im Ei zeigen werde, geschieht die Bauanlage des Körpers durch fortgesetzte Spaltung des Keimes immer in zwei Theile, so daß zuerst die großen Abtheilungen und sodann die kleinen entstehen, und dieser Vorgang muß als Polarisation des Dotters durch die Befruchtung betrachtet werden. Auf diese Weise geschieht es, daß die kleineren Keimspaltungen immer innerhalb den größeren geschehen, und daher die Polarisationen der kleineren Theile von denen der größeren abhängig sind. Diese Abhängigkeit der kleineren Polarisationen von denen des Körpers im Ganzen geht so weit, daß selbst die Anordnung der chemischen Atome in den organischen Substanzen von denselben abhängt; denn so lange die großen Gegensätze bestehen, namentlich die Centraltheile des Nervensystems unverletzt sind und das Blut in genügender Menge kreiset und seine Beschaffenheit gut ist, bleiben die die Gewebe bildenden Substanzen die nämlichen, obgleich durch den Athmungsprozeß und die übrigen Lebensvorgänge stets von Neuem chemische Atome aus ihnen herausgebrochen werden, indem die das Ganze beherrschende Polarisation die in der Nachbarschaft liegenden Atome zwingt, in die entstandenen Lücken einzutreten, und auf diese Weise die Organisation des kleineren Theiles immer durch die Wirkung der ihm übergeordneten organisirten Theile in ihrer Unverletztheit erhalten wird. Werden dagegen die großen Gegensätze im Körper durch irgend eine Einwirkung, z. B. durch Zerstörung des Gehirnes oder durch einen Blutsturz, aufgehoben, so hört für die kleineren Theile die Nothwendigkeit auf, in den, durch

die Polarisation des Dotters und die fortgesetzten Lebensprozesse ihnen gebotenen Polaritätsverhältnissen zu verweilen, und, nimmt nun der Sauerstoff der Atmosphäre Atome, z. B. Kohlenstoffatome hinweg, so zerfallen die übrig bleibenden Atome jeder Gruppe in eine andere Polarisation, wodurch andere Substanzen gebildet werden. Indem die äußeren chemischen Einflüsse, namentlich die Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre, sich wiederholen, gehen die organischen Substanzen von Veränderung zu Veränderung über, bis dieselben zuletzt in diejenigen Stoffe zerfallen, aus welchen, mit Hülfe des pflanzlichen Organismus, die organischen Substanzen aus den äußeren Elementen zusammengesetzt wurden, namentlich Ammoniak (Stickstoff und Wasserstoff), Kohlensäure (Kohlenstoff und Sauerstoff) und Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff).

Wir haben bis jetzt den menschlichen Organismus nur zu dem Zwecke betrachtet, um zu erkennen, welches die Bedingungen seiner Existenz sind. Es haben sich uns Gründe aufgedrungen, aus welchen wir entnehmen, daß wir einem größeren Ganzen angehören, von dem (der Wirkung der Weltkörper auf einander) wir abhangen, und haben gesehen, daß durch den ganzen Körper hindurch electrische Gegensätze bestehen, so daß die entsprechenden Theile einander bedingen, und daß diese Gegensätze durch die äußeren Elemente stets erneuert werden, namentlich durch die Aufnahme der Nahrungsstoffe und durch den Athmungsprozeß. Wir mußten bei dieser Untersuchung auch diejenigen Körpertheile in Betrachtung ziehen, die für die höheren Verrichtungen geschaffen sind, weil ohne sie auch die, vorzüglich für die niederen Verrichtungen bestimmten Theile nicht bestehen können, indem in dem ganzen Organismus die Gegensätze einander bedingen und das s. g. animale Blatt, von welchem die Centraltheile des Nervensystemes die Centra sind, und das vegetative Blut, in welchem die Verdauung und der

Athmungsprozeß ihre Herde haben, die größten, das Ganze beherrschenden Gegensätze bilden. Wir gehen nun zur Betrachtung derjenigen Körpertheile über, welche vorzüglich zur Erfüllung der Bestimmung des Individuums geschaffen sind.

2. Von der willkührlichen Bewegung, den Verrichtungen der Sinnesorgane und der Geistesthätigkeit.

Ich habe die Darstellung der Lebensprozesse, welche die Existenz des Thieres bedingen, aus dem Grunde mit der Beschreibung der Herzklappen begonnen, weil die mechanischen Einrichtungen leichter von unserm Verstande aufgefaßt werden, als die Lebensprozesse selbst, und weil wir in der hohen Zweckmäßigkeit des Mechanismus des Herzens Wirkungen einer, die Natur beherrschenden, unvergleichlichen Weisheit erkennen müssen, welche zwar in den Lebensprozessen selbst ebensosehr durchgreifend ist, aber, wegen der Unvollkommenheit unseres Wissens, großentheils unserer Erkenntniß verschlossen bleibt. In eben so hohem Grade, als der Mechanismus des Herzens, erregen die Einrichtungen, welche zur Ausführung der willkührlichen Bewegungen getroffen sind, unser Erstaunen; denn hier finden wir überall Vorkehrungen, welche im vollkommensten Maaße den mannigfaltigen Zwecken entsprechen, und zwar ohne daß es uns irgend möglich ist, in den äußern Umständen, denen der Organismus auf eine so bewunderungswürdige Weise angepaßt ist, einen genügenden Grund zur Entstehung der eigenthümlichen Organisation zu erkennen; denn wie wäre es z. B. möglich, den für das Fliegen höchst zweckmäßig eingerichteten Bau eines Vogelskelettes und die Entstehung der Federn blos aus der Einwirkung der Luft auf die, ohne Zweifel von Amphibien abstammenden, Keime der Vögel zu erklären, abgesehen davon, daß wahrscheinlich die Keimgeber der ersten Vögel

Wasserthiere waren, und ebenso wahrscheinlich, beinahe gewiß sämmtliche Thiere der höheren Thierklassen im Larvenzustand im Wasser lebten. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die äußeren Verhältnisse auf die Entwicklung der Organe einen mächtigen Einfluß ausüben, was man z. B. schon daran sieht, daß Bewegungsorgane, welche geübt werden, auch sich mit mehr Kraft entwickeln; als wenn dieses nicht der Fall ist; doch würden wir wohl sehr im Irrthum begriffen sein, wenn wir z. B. die kurzen Vorderfüße des Maulwurfs, welche das Thier so geschickt im Durchwühlen der Erde machen, bloß dem Hinderniß, das etwa die harte Scholle der Entwicklung der vorderen Gliedmaßen entgegenstellen könnte, zuschreiben wollten, und wenn wir den langen Hals der Giraffe aus den Anstrengungen erklären wollten, welche das Thier unternimmt, um hoch stehende Zweige von den Bäumen abzubrechen.

Die Bewegungsorgane sind zum Theil der Rumpf des Körpers selbst und zum Theil eigene, an ihm angebrachte Bewegungswerkzeuge. Der Rumpf sämmtlicher Wirbelthiere, mit Ausnahme dessen der Schildkröte, unterscheidet sich von den bis jetzt von den Menschen erfundenen Transportmitteln von festem Baue (Schiffen und Fuhrwerken) namentlich darin, daß der, zur Aufbewahrung weicher und wichtiger Theile dienende Behälter, einen mehr oder weniger hohen Grad von Biegsamkeit oder Krümmungsfähigkeit nach allen Richtungen besitzt. Dieses wird durch Abtheilungen des Skelettes in viele Querschnitte, durch Spaltung desselben in Wirbel und Rippen, und die Verbindung dieser Abtheilungen durch höchst zweckmäßig angebrachte, feste, aber etwas elastische Bänder und Zwischenlagen bewirkt. Am vollkommensten ist diese Krümmungsfähigkeit des Körpers bei den Schlangen, bei welchen die Menge der Wirbel außerordentlich groß ist, und, gegenüber dem beweglichen Rücken des Thieres, kein, diese Beweglichkeit beschrän-

kendes, Brustbein oder Becken sich befindet. Hierdurch sind diese Thiere befähigt, ungeachtet ihrer Länge, in den spizesten Winkeln umzuwenden und sich, gleich einem Seile, um den Körper zu winden. Das Thier ist hierdurch auch in Stand gesetzt, ohne äußere Bewegungswerkzeuge, Ortsveränderungen vorzunehmen, indem bei den unternommenen Windungen der Boden und die das Thier umgebenden Gegenstände überhaupt Anhaltspunkte geben, um den Körper vorwärts zu schieben. Vielfach dient auch bei den, mit besonderen Bewegungswerkzeugen versehenen Wirbelthieren der Rumpf zur Bewegung selbst, indem die vielfache Quertheilung es zuläßt, daß der Körper sich krümmt und durch die sodann erfolgende Streckung, während die Hinterfüße den Stützpunkt geben, einen Ruck vorwärts erhält. Dieses ist namentlich der Fall bei Thieren, welche plötzliche Sprünge unternehmen, wie namentlich bei katzenartigen Thieren. Die Fische bewegen sich auch zum Theil durch die Bewegung des Rumpfes, indem durch diese Bewegungen die räumlichen Verhältnisse zum Wasser verändert werden, also einigermaßen ähnlich den Schlangen, und vermögen durch die angenommene Richtung der Rumpftheile dem sich bewegenden Wasser nach Willkühr eine größere oder geringere Wirkung auf den Körper einzuräumen, wodurch zugleich auch die Richtung in der Bewegung zum Theil bestimmt wird. Bei den Vögeln ist die Beweglichkeit des Rumpfes sehr durch das große Brustbein und das Becken beschränkt, wogegen die starken Muskel für die Flügel einen sehr festen Anhaltspunkt erhalten. Was der mittlere Theil des Skelettes an Beweglichkeit verliert, wird bei den Vögeln durch den langen, in viele Wirbel getheilten Hals und die Beweglichkeit des Schwanzes ersetzt, so daß sie mit Hülfe dieser Theile und der Art der Stellung der Flügel dem Körper jede Richtung gegen die ihn umgebende Luft verleihen können. Diese Einrichtungen sind so vollkommen, daß die

Vögel, z. B. die Schwalben, im schnellen Fluge den Körper beinahe haarscharf nach der Richtung, welche sie zu nehmen beabsichtigen, zu lenken vermögen. Bei dem Menschen trägt bei dem gewöhnlichen Gehen der Rumpf nicht zur Fortbewegung wesentlich bei, da dasselbe durch die untern Gliedmaßen bewirkt wird; dagegen ist die Bewegung des Rumpfes erforderlich bei gewissen Sprüngen, beim Schwimmen und Klettern, bei der Anpassung des Körpers in die, für mancherlei Zwecke nothwendige, besondere Stellung und zur Unterstützung der Größe und der Kraft der Bewegung der vorderen Gliedmaßen bei mancherlei Arbeiten.

Bei allen Wirbelthieren ist die Krümmung der Wirbelsäule nach Innen durch Knochenfortsätze der Wirbel nach außen (die Dornfortsätze) gehemmt. Es stoßen nämlich diese Fortsätze, wenn eine Biegung der Wirbelsäule in der Weise vorgenommen wird, daß die convexe Seite nach Innen und die concave nach außen liegt, bald an einander und beschränken demnach diese Bewegung. Diese Einrichtung ist nothwendig, weil eine starke Krümmung nach Innen den Raum für die Eingeweide zu sehr beschränken oder dieselben selbst aus ihren Behältern herausdrängen würde. Hierdurch erhält der Rücken auch eine große Festigkeit, so daß er durch äußere Gewalt auch nicht leicht nach Innen gekrümmt wird. Bei manchen Thieren, namentlich denen, welche der Mensch zu Lastthieren gebraucht, und am stärksten bei dem Kameel und dem Dromedar, sind diese Fortsätze sehr lang und stark, und der Rücken dieser Thiere erhält dadurch eine außerordentliche Tragkraft.

Ein großes Vergnügen gewährt die Betrachtung der äußern Bewegungswerkzeuge, weil hier auf so mannigfaltige Weise es in die Augen fällt, wie überall die Einrichtung den Zwecken in vollendetem Maaße entspricht. Beinahe an jedem Bewegungsorgan lassen sich an dem Baue der Knochen, dem

Baue der Gelenke, der Lage der Bänder u. s. w. so viele vortreffliche Einrichtungen erkennen, daß der genauen Aufzeichnung derselben überall weit mehr Raum in dem vorliegenden Werke gewidmet werden müßte, als für die Betrachtung dieser Gegenstände bestimmt ist. Ich beschränke mich daher auf einige allgemeinen Betrachtungen. — Die äußern Bewegungswerkzeuge haben verschiedene Zwecke: Sie dienen zum Träger des Körpers, wie z. B. die Flügel des Vogels, welche ihn in der Luft schwebend erhalten; sie bewirken die Fortbewegung und geben dem Körper in seiner Lage und Bewegung die angemessene Richtung; sie dienen dem Thiere als Waffen; sie dienen zum Ergreifen der Nahrungsmittel, und sind die Werkzeuge zur Ausführung der verschiedensten Werke des Instinctes und der Kunst. — Die im Wasser lebenden Wirbelthiere bedürfen der Bewegungswerkzeuge beinahe nur zur Fortbewegung des Körpers, indem das Thier durch die Schwere des Wassers getragen wird, und keine Unebenheiten vorhanden sind, über welche es, wie das auf dem Lande lebende Thier, mit Hülfe der Bewegungsorgane sich hinüber zu arbeiten versuchen müßte. Nur bei den fliegenden Fischen dienen die Flossen dazu, (die Brustflossen, welche sehr vergrößert sind), das Thier auch kurze Strecken durch die Luft zu tragen. Dieser beschränkte Gebrauch der Bewegungswerkzeuge bei den im Wasser lebenden Thieren gestattet eine sehr einfache Construction derselben, so daß sie im Allgemeinen einem Ruder verglichen werden können. Es unterscheiden sich jedoch die Flossen von den, von dem Menschen gebrauchten, gewöhnlichen Ruderwerkzeugen dadurch, daß sie in eine Anzahl, durch eine Haut vereinigte und bewegliche, Strahlen, die Flossenstrahlen, gespalten sind, so daß das Thier bald mit einer größeren, bald mit einer kleineren Fläche gegen das Wasser wirken kann und hierdurch, so wie durch die Drehbarkeit derjenigen Flossen, welche die eigentlichen Gliedmaßen

sind, die Richtung und Schnelligkeit der Bewegung genau bestimmen kann. Im Ganzen geschieht die Bewegung der Fische vorzüglich durch die abwechselnden seitlichen Krümmungen (also ähnlich der Bewegung der Schlangen), wobei aber der Stoß gegen das Wasser vorzüglich von dem Schwanzende des Körpers und namentlich der Schwanzflosse ausgeübt und durch die paarigen Brust- und Bauchflossen unterstützt wird. Die Rücken- und Afterflossen erhöhen, wenn sie ausgespannt werden, die Seitenflächen des Fisches und geben daher der Bewegung des Rumpfes eine größere Stärke und der Stellung des Fisches im Wasser größere Sicherheit. — Ich muß hier bemerken, daß nur die Brust- und Bauchflossen die eigentlichen Gliedmaßen der Fische sind; die Schwanz-, Rücken- und Afterflossen sind, nach meinem Dafürhalten, ursprünglich die in der Tiefe der Meridianfurche liegenden Zellen, also der mittleren Reihe der Schuppen des Krokodils und der Schildkröte, dem Haarkamme und dem Schweife der Pferde u. s. w. analoge Theile, was ich in der Entwicklungsgeschichte des Thieres näher auseinander setzen werde. — Die Natur hat also bei den Fischen, dreierlei wesentlich verschiedene Theile zu Bewegungsorganen benutzt, den Rumpf mit seiner Gliederung, die Gliedmaßen, und das in die Meridianlinie eingesenkte, hier sehr entwickelte Epidermialgebilde.

Den Fischen sehr ähnlich bewegen sich im Wasser ein Theil der Amphibien und die im Wasser lebenden Säugethiere. Die Schlangen schwimmen mittelst ihrer abwechselnden seitlichen Krümmungen und nehmen ihre Richtung nach oben und unten durch senkrecht gehende Schlangenbewegungen (was nur in geringerem Grade die Fische vermögen, welche zu diesen Bewegungen zugleich die Flossen auf ungleiche Weise gebrauchen, wobei der Körper mehr oder weniger auf eine Seite gelegt wird und also die seitliche Krümmung des Rumpfes mitwirkt).

Die krokodilähnlichen Thiere vermögen ähnliche Bewegungen, jedoch in schwächerem Maaße, auszuführen. Dabei kommen ihnen die Gliedmaßen zu statten, deren sie sich als Ruder bedienen. — Die im Wasser lebenden Säugethiere bewegen sich bald mehr den Fischen, bald den Krokodilen ähnlich. Den ersteren ähnlich schwimmen die Wallfische, deren Schwanz mit einer flossenartigen Ausbreitung endiget, welche aber nicht senkrecht, sondern horizontal steht, und deren Vorderfüße zu einer Art Flossen umgewandelt sind. Man erkennt an diesen vorderen Gliedmaßen sehr deutlich die Theile der Füße, wie bei anderen Säugethieren, und die Annäherung im Baue an die Brustflossen der Fische. Der Oberarmknochen ist sehr kurz, was der Flossenbewegung eine große Gewalt gibt. — Mehr der Bewegung der krokodilartigen Thiere ähnlich ist die der Robben, deren Gliedmaßen zwar sehr kurz sind, aber schon etwas entwickelte Füße darstellen, und zwar sind hier nicht allein, wie bei den Wallfischen, vordere, sondern auch hintere, übrigens gerad nach hinten gestreckte, Gliedmaßen vorhanden. Die Thiere vermögen sich daher auch auf dem festen Lande fortzuschieben, jedoch sich weniger leicht als die Krokodile auf demselben zu bewegen.

Von dieser Art zu schwimmen, welche im Ganzen die der Fische ist, unterscheidet sich die Bewegung der zeitweise im Wasser lebenden Thiere, welche einen mehr festen Rumpf haben, und vorzüglich durch die Gliedmaßen sich bewegen. Hieher gehören die froschartigen Thiere, die Schildkröten und die Wasservögel. Da der Rumpf wenig und bei den Schildkröten, außer dem Hals und Schwanztheile, gar keine Beweglichkeit besitzt, vermögen seitliche Krümmungen des Rumpfes wenig oder Nichts zur Fortbewegung beizutragen, und die Schildkröten wirken, was den Rumpf betrifft, nur durch den Hals mit dem Kopf und durch den Schwanz auf die Richtung der Bewegung

ein. Die Ruderwerkzeuge sind bei den Schildkröten auch unvollkommen, da die Füße keine Schwimmhäute besitzen. Es ist daher die Bewegung dieser Thiere auch im Wasser verhältnißmäßig langsam. Die Frösche dagegen besitzen an den langen Hinterfüßen zwischen den langen Zehen Schwimmhäute, wodurch sie mit einer breiten Fläche und mit beträchtlicher Gewalt einen Stoß auf das Wasser auszuüben und sich daher stoßweise schnell fortzubewegen vermögen, wie sie auch auf dem Lande große Sprünge zu unternehmen im Stande sind. Mit den froschartigen Amphibien haben die Wasservögel darin einen gleichen Schwimmapparat, daß die hintern Gliedmaßen mit einem sehr tauglichen Ruder endigen, indem zwischen den Zehen Schwimmhäute sich befinden, wodurch das Thier beim Auseinanderstrecken der Zehen mit einer großen Fläche auf das Wasser wirken kann.

Alle diese Thiere, welche auf das Schwimmen angewiesen sind, besitzen, außer den Bewegungsorganen, Einrichtungen, wodurch sie von dem Wasser ganz in demselben oder auf demselben getragen werden, und wodurch sie zum Theil auch vermögen, sich aus der Tiefe in die Höhe treiben zu lassen und sich zu senken. Schon der leichte Bau des Fischskelettes, der Mangel massenhafter Gliedmaßen bei allen diesen Thieren, die Knochenhöhlen und der von großen Lungen und von den, ebenfalls mehr oder weniger Luft enthaltenden Gedärmen erfüllte Körperraum vieler dieser Thiere wirken dahin; vorzüglich dient aber hierzu die Schwimmblase bei den Fischen. Indem diese, oft ganz geschlossene, oft durch einen Kanal mit dem Darmrohr in Verbindung stehende Blase sowohl durch eigene Muskelfasern als auch durch Zusammenziehung der umgebenden Theile in ihrem Raume verengt und durch Nachlaß der Zusammenziehung wieder erweitert werden kann, und also die Luftblase in dem Fische bald kleiner, bald größer wird, ist hier-

durch dem Thiere ein Mittel zur Verfügung gestellt, willkührlich seine specifische Schwere zu vermehren und zu vermindern, wodurch es selbst ohne Hilfe der Bewegungsorgane sich zu senken und zu erheben vermag. Ja vermittelst dieser sinnreichen Einrichtung vermag der Fisch nach Willkühr das Kopfende und das Schwanzende nach oben zu richten, wenn er nämlich zu ersterem Zwecke den hinteren und zu letzterm den vorderen Theil der Schwimmblase zusammendrückt, wodurch die Luft sich in dem entgegengesetzten Ende der Blase sammelt, so daß, wenn derselbe seine Bewegungsorgane zugleich in Bewegung setzt, er schnell steigt oder fällt und zugleich sich in beliebiger Richtung fortbewegt. — Die Wasservögel werden vorzüglich durch die Leichtigkeit der Federn über dem Wasser erhalten. Um sich zu senken geben sie durch Senkung des Kopfes dem Körper eine Richtung nach unten und arbeiten mit den, mit Schwimmhäuten versehenen Füßen. Auch dürften bei ihnen die Luftsäcke, ähnlich wie bei den Fischen die Schwimmblase, zur Veränderung des Schwerpunktes mitwirken. (Vergl. das über das Fliegen der Vögel Gesagte).

Die unvollkommensten Bewegungen der auf dem festen Lande lebenden Thiere treffen wir vorzüglich bei denjenigen Thieren an, welche zugleich Wasserthiere sind. Diese Thiere besuchen meistens nur das Ufer, um sich zu sonnen und zu ruhen und um Eier zu legen. Sie bedürfen also keiner Bewegungsorgane, um im schnellen Laufe Beute zu suchen und zu fliehen u. s. w., sondern es genügen Organe, welche eine kriechende Bewegung gestatten. Auch treffen wir bei einigen, ganz auf dem Lande lebenden Thieren sehr unvollkommene Bewegungsorgane an, wenn nämlich dieselben nur in langen Zwischenräumen Nahrung bedürfen und auch durch irgend welche Verhältnisse von der Verfolgung mehr geschützt sind, wie es z. B. bei den Schlangen im Allgemeinen der Fall ist. Durch

schlangenartige Wendungen vermag der Aal eine kurze Strecke über das Ufer sich zu bewegen, um auf dem Lande zu verweilen. Die Robbe schiebt sich mit ihren kurzen Vorderfüßen und den nach hinten gerichteten Hinterfüßen mit Mühe über das Ufer hin. Langsam schleppen sich Schildkröten, Salamander und auch der Frosch am Ufer fort, wenn der letztere mit seinen vier Füßen weiter schreitet und nicht einen Sprung unternimmt. Auch die Wasservögel bewegen sich in der Regel nur langsam auf dem Lande und ihr Flug ist schwerfällig. Sie sind durch die Nahrung vorzüglich auf das Wasser angewiesen.

Die Bewegungsorgane der auf dem Lande lebenden Thiere, wo so verschiedenartige äußere Verhältnisse sind, zeigen eine viel größere Mannigfaltigkeit, als die der im Wasser sich aufhaltenden Thiere, wo das Element nicht so vielfache Schwierigkeiten der Bewegung entgegenstellt. Die in der Erde lebenden Thiere besitzen zum Theil einen solchen Mechanismus ihres Körperbaues, daß sie sich durch enge Ritze und Löcher in der Erde und dem Gemäuer hindurchzuwinden und auch wohl leichtere Stellen zu durchbrechen vermögen, wie schlangen- und eidechsenartige Thiere; zum Theil sind sie mit Vorrichtungen ausgerüstet, mittelst welcher sie die Erde zu durchwühlen vermögen. Dieses ist namentlich bei dem Maulwurf der Fall, dessen Ober- und Vorderarmknochen und die mit starken Nägeln versehene handartigen Vorderfüße so kurz und maßig sind, daß die Muskeln eine große Kraft auszuüben und mit den schaufelartigen Händen die Erde zu durchbrechen vermögen, wobei der keilförmig sich zuspitzende Kopf das Seinige beiträgt. — Thiere, welche aus weicher und morastartiger Erde und aus niederem Wasser ihre Nahrung hervorzuholen angewiesen sind, haben lange, stelzenartige Füße und lange Schnäbel, namentlich die reiherartigen Vögel, oder sind zum Schwimmen eingerichtet. Bei dem Storche findet sich die eigenthümliche Einrichtung, daß

bei vollkommener Streckung des Fußes der Unterschenkel in dem Gelenke mit dem Laufe über eine Unebenheit hinübergleitet und gleichsam einschnappt, wie dieses gewisse Einschlagmesser bei dem Oeffnen thun, wodurch bewirkt wird, daß der Storch ohne große Muskelanstrengung auf seinen langen Füßen, selbst auf einem Fuße, und im Schlafe, zu ruhen vermag.

Die Thiere, welche auf Bäumen, Felsen oder Gemäuer leben, haben verschiedene hierzu dienliche Vorrichtungen. Zum Zwecke des Kletterns ist die Haut oft mit Rauhigkeiten versehen, so daß sich die Thiere hierdurch anheften können, oder sie haben an ihren Zehen oder Fingern starke Klauen, wodurch sie sich in die Gegenstände, namentlich die Baumrinde, einhacken können. Bei den kletternden Vögeln sind von den Zehen zwei nach vorn und zwei nach hinten gerichtet, wodurch das Festhalten an dem senkrechten Baumstamme erleichtert wird, und oft sind Vorderfüße und Hände durch eine geeignete Gelenkseinrichtung der Zehen und Finger fähig gemacht, Gegenstände, z. B. Baumäste, zu umfassen. Das Faulthier, welches mit der ganzen, sehr langen, Handfläche auf dem Boden auftritt, schleppt sich auf ebenem Boden nur langsam fort, vermag aber sehr zu klettern, indem es mit seinen starken Klauen sich in den Baum einhackt und sich mit einer beträchtlichen Kraft anklemmt und sodann den Körper nachzieht und emporschiebt. Bei kletternden Vögeln hilft der starke Schnabel mit. Die Vögel vermögen fingerartig die Zehen um die Zweige zu legen, wodurch sie in ihrer Stellung auf dem Aste oder Zweige, selbst auf einem Fuße ruhend und im Schlafe erhalten werden. Dieses Sichfesthalten im Schlafe auf den Zweigen wird auf eine höchst sinnreiche Art dadurch ermöglichet, daß bei den Vögeln die Sehne eines die Zehen biegenden Muskels über die Vorderfläche des Kniegelenkes läuft, so daß, wenn das Knie gebogen wird, die Sehne sich spannt und also die Zehen

gekrümmt werden. Hierdurch wird bewirkt, daß schon durch das Gewicht des Vogels die Zehen gebogen und an den Zweig, auf welchem das Thier sitzt, angedrückt werden. Dieses wäre wahrscheinlich nicht hinreichend, um vor dem Herabfallen im Schlafe zu sichern; durch die Dehnung der Sehne aber wird der Beugemuskel der Zehen etwas gezerrt und dadurch andauernd zur Zusammenziehung gereizt, ohne daß das Thier mit seiner Willenskraft auf diesen Muskel zu wirken nothwendig hat.

Bei Thieren, welche von Zweig zu Zweig oder Ast springen, sind größtentheils die Hinterfüße groß, die Vorderfüße oder alle vier Gliedmaßen besitzen handartige Unterfüße (mit getrenntem Daumen), wie ersteres das Eichhörnchen und letzteres die Affen zeigen, und eine biegsame Wirbelsäule, beim Sprunge mitzuwirken. Manche vermögen sich auch mit dem Schwanze um einen Ast oder Zweig zu winden, um sich festzuhalten, und auch durch Schaukelbewegung den Sprung zu vergrößern.

Die ganz auf dem Boden lebenden Thiere besitzen eine solche Mechanik der Bewegungsorgane, daß sie mehr oder weniger zu schnellem Laufe eingerichtet sind. Einige dieser Thiere bewegen sich beinahe ausschließlich in Sprüngen, wie namentlich die Känguruh's, welche außerordentlich große Hinterfüße haben und kleine, kaum bei der Ortsbewegung mitwirkende Vorderfüße, in geringerem Maaße die Haasen, bei welchen die Hinterfüße ebenfalls noch mehr als bei den meisten anderen Thieren die Vorderfüße überwiegen. Die meisten vierfüßigen Thiere bewegen sich im ruhigeren Gange und zwar sowohl im Schritte als im Trabe in der Weise, daß sie immer die einander diagonal gegenüber liegenden Gliedmaßen zugleich und in gleicher Weise benutzen, so daß der Körper abwechselnd auf den rechten Hinter- und linken Vorderfuß sich stützt und durch dieselben einen Stoß vorwärts erhält, und den linken Hinter- und rechten Vorderfuß aufhebt und nach vorwärts eine Bewe-

gung unternehmen läßt, um sodann diese Gliedmaßen auf den Boden zu setzen und mit den beiden andern die gleiche Bewegung zu wiederholen. Um Sprünge zu unternehmen, stellen die Thiere die beiden hintern Gliedmaßen fest auf, erheben hierbei den Rücken, strecken denselben zugleich gerade aus und geben dem Körper einen Stoß nach vorwärts, so daß er auf die Vorderfüße niederfällt. Die Hinterfüße werden sodann mit Krümmung des Rückens nach den Vorderfüßen auf den Boden aufgestellt, und die Bewegung beginnt von Neuem. Bei Thieren, welche einen großen Sprung auf eine bestimmte Stelle hin ausführen, wie namentlich bei den katzenartigen Thieren geschieht, ist die Krümmung und darauf folgende Streckung des Rückens sehr bedeutend; bei andern, welche diese Art der Bewegung mehr benutzen, um große Strecken Weges zurückzulegen, ist die Biegung und Streckung des Rumpfes nicht so groß und die Bewegung, der Galopp, wird mehr durch die Bewegung der Gliedmaßen vollzogen. Die Thiere, welche einen sehr schnellen Lauf auszuführen im Stande sind, treten meistens nur mit der Zehenspitze oder dem vorderen Gliede der Zehen auf, wie z. B. das Pferd, deren sämmtliche Zehen nicht getheilt sind und also nur eine Zehe (Huf) darstellen, und das Reh, der Hirsch u. s. w., welche zwei ausgebildete und zwei rudimentäre Zehen besitzen. Andere Thiere treten mit dem ganzen Fuß oder Hand auf, wie z. B. der Bär und der Affe. Bei sämmtlichen vierfüßigen Thieren, welche in der erwähnten Weise Sprünge zu unternehmen vermögen, ist der Wirbelsäule durch starke Dornfortsätze eine starke Festigkeit gegeben, damit sie bei dem Zuge der Muskeln bei dem Strecken des Leibes feste Anhaltspunkte gewähren. — Uebrigens ist bei der nämlichen Thierart, bei verschiedenen Spielarten, der Bau des Rumpfes und der äußeren Bewegungswerkzeuge sehr verschieden, je nachdem von der Natur Zwecke erreicht werden sollen,

z. B. bei den Hunden der des Daxhundes und der des Windhundes, und bei den Pferden der des Lastpferdes und der des Renners.

Außer den Vögeln ist es nur der Mensch, der zum gewöhnlichen Laufe sich nur zweier Gliedmaßen bedient. Zwar vermögen einige andere Thiere, z. B. der Bär und der Affe, auch auf zwei Füßen einherzuschreiten; es sind dieses aber immer nur vorübergehende Unternehmungen. Der Mensch ist unter den Säugethieren das einzige, das ausschließlich nur zweier Gliedmaßen bei der gewöhnlichen Ortsbewegung sich bedient, und nur bei Ausnahmsbewegungen, nämlich dem Schwimmen und dem Klettern, alle vier Gliedmaßen gebraucht. Wenn wir bei ruhendem Körper im Stehen zum Gehen uns in Bewegung setzen wollen, lassen wir zunächst diejenigen Muskeln wirken, welche die Zehen spannen und den Unterfuß gegen den Unterschenkel anziehen und welche, wenn der Fuß fest aufsteht, den Unterschenkel und mit ihm den ganzen Körper gegen die Zehen und den Fuß hinziehen. Wenn dieses letztere geschieht, so neigt sich der Körper nach vorn und es fällt der Schwerpunkt desselben über die Zehen hinaus. Damit wir nicht fallen, sind wir genöthiget, mit dem einen unserer Füße dem vorwärts sich neigenden Körper eine Stütze zu geben, und wir bewegen daher rasch, mittelst der Wirkung der Beugemuskel des Oberschenkels, den einen Fuß nach vorn und strecken ihn zugleich mittelst der Streckmuskel des Unterschenkels, wodurch dieser vorgeschobene Fuß zuerst mit dem Absatz und sodann mit der ganzen Fußfläche auf den Boden aufgesetzt wird, und die sich senkende Last des Körpers auffängt. Durch diese Bewegung nach vorn geräth das bisher den Körper tragende Bein aus einer senkrechten in eine diagonale Richtung, zunächst wird seine Ferse vom Boden aufgehoben und in dem Augenblick, in welchem der vorwärts schwingende Fuß mit der ganzen Sohlen-

fläche auf dem Boden sich aufsetzt, berührt der bisher den Körper stützende Fuß nur noch mit den Zehen, insbesondere der großen Zehe, den Boden. Vermittelst einer vorübergehenden Wirkung des Streckmuskels des Unterfußes, namentlich der Waden, und der Streckmuskeln des Oberschenkels werden die Zehen gegen den Boden stärker angedrückt und dem Körper hierdurch ein Stoß vorwärts gegeben, wobei auch die Streckmuskeln der Zehen des zuerst schwingenden und jetzt den Körper stützenden Fußes wirken, so daß der Schwerpunkt auch hierdurch nach vorn gerückt wird, woraus die Nothwendigkeit hervorgeht, daß der zuerst stützende Fuß jetzt schnell zur neuen Unterstützung des nach vorwärts sinkenden Körpers herbei gezogen werde, was durch die Beugemuskeln des Oberschenkels dieses Beines bewirkt wird, wodurch dasselbe, nach Art einer Pendelbewegung, vor das jetzt stützende Bein gesetzt und von Neuem zur Stütze des Körpers verwendet wird. Während diese Bewegungen, wodurch der Körper vorwärts schreitet, immer von Neuem zwischen beiden Beinen abwechseln, wird der Rumpf entweder durch die Rückenmuskeln grad gehalten oder er wird etwas nach vorwärts gebeugt, was bei schnellem Gange häufig der Fall ist, indem durch die Neigung des Rumpfes nach vorn, das Vorwärtssinken des Körpers begünstiget wird und dadurch ein schnelleres Unterstützen der abwechselnd herbeigezogenen Beine nothwendig wird.

Von dem ruhigen Gange des Menschen unterscheidet sich das Springen dadurch, daß bei demselben der Körper nicht beständig durch ein Bein und vorübergehend selbst durch zwei unterstützt wird, sondern derselbe einen Augenblick in der Luft schwebt. Der Körper erhält nämlich, nachdem durch die Beugemuskel des Ober- und des Unterschenkels gewöhnlich zuerst einiges Abwärtssinken des Rumpfes bewirkt wurde und indem zugleich die Muskeln wirken, welche das Vorwärtsfallen des

Rumpfes bewirken, vorzüglich durch schnelle Zusammenziehung der Wadenmuskeln und der Streckmuskeln des Oberschenkels einen Stoß, so daß er, nach Anpressung der Zehen an den Boden, mit mehr oder weniger Gewalt frei durch die Luft nach vorn geworfen wird. Das Individuum läßt hierbei entweder beide Füße zugleich und auf gleiche Weise wirken, wornach es, wenn der Körper den bewegenden Stoß erhalten hat, die Füße streckt und mit beiden Stützen den Körper wieder auffängt, was außergewöhnliche Sprünge sind, oder es wechselt dasselbe mit beiden Beinen, so daß das eine Bein auf die angegebene Weise den Körper durch die Luft vorwärts wirft, und das andere während dieser Bewegung durch die Beugemuskeln des Oberschenkels vorwärts gezogen und sodann gestreckt wird, und den Körper wiederum als Stütze auffängt. Diese Bewegung ist die gewöhnliche Art des Springens.

Das Fliegen der Thiere wollen wir hier nur in Bezug auf den Flug der Vögel betrachten. Zunächst erregt es unser Interesse, zu sehen, welche Mittel die Natur angewandt hat, um dem Thiere gegenüber dem leichten Elemente, in welchem es sich schwebend erhalten muß, einen möglichst geringen Grad von specifischer Schwere zu geben. Hierzu dienen vor Allem die Federn, welche von so geringem Gewichte sind, und so große Flächen darbieten, daß das Thier, besonders bei Ausbreitung der Flügel, einen verhältnißmäßig zu den zum Leben zunächst nothwendigen Theilen, viel größern Körperumfang und ein viel geringeres Gewicht zeigt, als die übrigen Wirbelthiere. Ferner ist der Bau der Knochen von der Art, daß mit der möglichst geringen Menge von Knochensubstanz doch eine große Stärke des Gerippes erzielt wird. Dieses wird auf ähnliche Weise bewirkt, wie man in der neuern Zeit mit geringer Masse von Material höchst starke Brücken mit den weitesten Bogen erbaut, indem man nämlich das Material (Eisen) nicht in

concentrirten Massen, sondern in aufrechtstehenden Flächen wirken läßt. Das plattenartige, weit hervorstehende Brustbein der Vögel ist nicht allein dafür dienlich, den starken Brustmuskeln des Thieres Anheftungspunkte zu geben, sondern bringt auch in das Gerüste des Brustkastens eine außerordentliche Stärke, so daß die Flügel bei ihrer mächtigen Wirkung einen festen Stützpunkt haben. Die Knochen der Gliedmaßen sind ziemlich dünnwandige, hohle Röhren, was bewirkt, daß sie bei ihrer großen Leichtigkeit doch nicht brechen (wie die oben erwähnten Brücken die schwersten Bahnzüge hinüberziehen lassen, ohne daß die dünnen Eisenplatten oder das aufrechtstehende Gitterwerk sich biegte). Der Kopf der Vögel hat sehr dünne Knochen und keine Zähne, was aus dem Grunde nothwendig ist, weil der Kopf meistens an einem sehr langen Halse befestiget ist, und daher bei größerer Schwere bei dem Fliegen das Gleichgewicht stören müßte. Endlich erwähne ich die im Körper befindlichen, mit Luft gefüllten hohlen Räume, wodurch das specifische Gewicht wesentlich vermindert wird, indem selbst die Luft in diesen Räumen, da sie durch die thierische Wärme ausgedehnt ist, leichter als die atmosphärische Luft ist. Diese, Luft enthaltenden Theile sind, außer der Lunge und dem Darmkanale, die hohlen Knochen und eigenthümliche, mit der Lunge in Verbindung stehende Luftsäcke, welche zum Theil in die Knochen eindringen.

Das Schweben in der Luft und die Fortbewegung wird durch den Flügelschlag bewirkt. Betrachten wir einen Vogel in sitzender Stellung und sehen wir, wie er beginnt, sich in die Luft zu schwingen, so erkennen wir, daß er die auf dem Rücken ruhenden Flügel nach vorwärts und oben zieht, wobei sich die Flügel gegen den Rücken des Thieres einander nähern und allmählig ausbreiten. In dieser Bewegung durchschneiden die Flügel mit ihrer vorderen Kante die Luft, und da die, zu

einer größeren Fläche sich ausdehnenden Flügel mehr oder weniger senkrecht stehen, so wird keine breite Luftfläche bei dieser Bewegung durchdrungen, und die Luft leistet auch derselben wenig Widerstand. Es wird diese Bewegung vorzüglich durch die, verhältnißmäßig sehr schwachen Muskeln, welche am Rücken des Thieres liegen, ausgeführt. Nunmehr aber beginnen die kräftigen Muskeln, welche sich an der Brust des Vogels ansetzen, zu wirken, sie ziehen mit einem starken Ruck den Oberarmknochen herab, und der sich hierbei vollends ausbreitende Flügel schlägt mit seiner ganzen Fläche mit Kraft auf eine große Fläche von Luft, so daß das leichte Thier hierdurch emporgehoben wird. Je mehr aber die bezeichneten Muskeln sich zusammenziehen, desto mehr werden die Flügel der ursprünglichen Lage auf dem Rücken des Thieres näher gebracht, und die auf dem Rücken des Vogels sich anheftenden Muskeln können wieder eine neue Bewegung beginnen, welchem eine Zusammenziehung der an der Brust sich ansetzenden Muskeln folgt, was einen zweiten Flügelschlag darstellt.

Die Richtung des Fluges wird zum Theil durch die Richtung und die Schnelligkeit des Flügelschlages, zum Theil durch die Richtung, welche Kopf und Schwanz und die Füße einnehmen und, wie es scheint, auch durch die im Innern des Körpers angebrachten Luftblasen bewirkt, indem das Thier wahrscheinlich, wie der Fisch durch seine Schwimmblase, hierdurch den Schwerpunkt des Körpers willkührlich verschieben kann. Will das Thier steigen, so läßt es die Brustmuskeln mit einem gewaltigen Ruck wirken, wodurch es durch den Rückstoß vom Drucke auf die Luft emporgeschnellt wird, während schnell die Flügel gegen den Körper hinbewegt werden und also die Luft oberhalb des Thieres, wegen des verminderten Umfanges desselben, keinen großen Widerstand leistet. Kopf und Hals sind nach oben und Schwanz und Füße nach unten

gestellt, und wahrscheinlich wird der Schwerpunkt des Körpers in den hinteren Theil gerückt. Will der Vogel schwebend sich erhalten, so unternimmt er nur langsamere und schwächere Flügelschläge, wobei die Flügel in ihrer vollkommenen Ausbreitung sich erhalten, und Kopf, Schwanz und Füße bleiben mehr in wagerechter Richtung. Will er fallen, so unternimmt er nur schwache Flügelschläge mit mehr eingezogenen Flügeln, senkt den Kopf nach unten und versetzt wahrscheinlich auch vermittelst der Luftblasen den Schwerpunkt in den vorderen Theil des Körpers. Die seitlichen Bewegungen werden zum Theil durch die Richtung des Flügelschlages und zum Theil durch die Richtung des Kopfes und des Schwanzes bestimmt.

Es haben die Flugeinrichtungen einen sehr verschiedenen Grad der Vollkommenheit, je nach dem Bedürfnisse der Thiere. Wenn wir die Vögel hier nicht betrachten, bei welchen die vorderen Gliedmaßen gar nicht als Flugwerkzeuge, sondern zu andern Zwecken, namentlich zum Rudern im Wasser dienen, wie z. B. die Pinguine, so finden wir die unvollkommensten Flugwerkzeuge bei denjenigen Vögeln, bei welchen die Ortsbewegung auf andere Weise, als durch die Bewegung der Flügel, geschieht, und die Flügel das Thier auch nicht in die Lüfte zu erheben vermögen, aber doch die vorderen Gliedmaßen durch ihre Wirkung auf die Luft die Fortbewegung des Thieres begünstigen. Dieses ist bei dem Strauße der Fall, welcher bei schnellem Laufe mit den Flügeln schlägt. Manche Vögel vermögen auch nur kurze Strecke zu flattern, indem sie einen zu schwerfälligen Leib und zu wenig entwickelte Flugwerkzeuge besitzen, um in große Höhen sich emporzuschwingen und weite Räume schnell zu durchfliegen, wie dieses bei manchen Wasservögeln und dem Huhne der Fall ist. Bei andern Vögeln haben aber die Flugapparate einen bewunderungswürdigen Grad der Vollkommenheit, und die Einrichtungen sind unter ihnen selbst

verschieden nach Verschiedenheit des Bedürfnisses, was höchst interessante Gegenstände für das Studium der Natur und zur Erkennung der in ihr herrschenden Zweckmäßigkeit sind, aber uns hier von der Betrachtung des Hauptgegenstandes unserer Untersuchung, dem Menschen, zu weit entfernen würde.

Die Verwendung der Gliedmaßen als Waffen und zum Erfassen der Nahrung ist beinahe überall ein untergeordneter Zweck. Die meisten Wirbelthiere führen ihre Waffen im Gebisse und ergreifen auch die Nahrung mit demselben. (Die Kiefer, bis zu den Nasenbeinen und auch den Weichtheilen derselben, z. B. der Rüssel des Elephanten, gehören übrigens, wie ich später zeigen werde, ihrer Bedeutung nach, ebenfalls zu den Gliedmaßen). Manche Thiere, wie namentlich die katzenartigen Thiere, schlagen mit den Vorderfüßen gegen ihren Gegner, andere, wie insbesondere die Pferde, bedienen sich hierzu der hinteren Gliedmaßen. Manche Thiere fassen nicht allein mit den Gliedmaßen ihre Beute, sondern führen auch die Nahrungsstoffe mit denselben zum Munde, wie z. B. unter den Vögeln die Papageien und unter den Säugethieren das Eichhörnchen und die Affen. Auch vermögen einzelne Thiere mit den Gliedmaßen Kunstfertigkeiten zu verüben, wie z. B. die Affen mit den Händen und der Elephant mit der den Dienst einer Gliedmaße versehenden Nase. Der Vorzug der menschlichen Hand, wozu sie vorzüglich zur Durchführung künstlerischer Werke geeignet ist, besteht insbesondere darin, daß Einer der Finger, der Daumen, von den übrigen in dem Mittelhandknochen getrennt ist, und eine große Beweglichkeit nach allen Seiten hin besitzt, so daß ihm namentlich gestattet ist, sich sowohl jedem einzelnen anderen Finger als allen zusammengenommenen gegenüber zu stellen und hierdurch Gegenstände auf verschiedene Weise zu fassen und zu bewegen. Diese Einrichtung besitzen zwar auch einige andere Thiere, am ent-

wickeltsten die Affen, und zwar an allen vier Gliedmaßen; jedoch ist dieselbe weniger vollkommen, als bei dem Menschen, namentlich dadurch, daß der Daumen kürzer ist und also ein Zusammenwirken desselben mit den übrigen Fingern erschwert ist. (Da hier nur die mechanischen Einrichtungen der Gliedmaßen Gegenstand der Betrachtung sind, kann von andern Verschiedenheiten zwischen der Hand des Affen und der des Menschen, als den den Mechanismus betreffenden, hier nicht die Rede sein).

Unter den einzelnen mechanischen Einrichtungen, welche bei Untersuchung über die Art der Bewegung der Gliedmaßen in Betrachtung kommen, gehören insbesondere der Mechanismus der Gelenke und die Art der Vertheilung und Anheftung der Muskeln. — Möge man dieses oder jenes Gelenk zum Gegenstande der Untersuchung wählen, man wird immer von dem Ausdruck des Verständigen, der in diesen Einrichtungen liegt, überrascht sein. — Die Beweglichkeit der Knochen unter sich ist nach Verschiedenheit der Bestimmung des Körpertheiles sehr verschieden. Ganz fest, so daß mehrere Knochenstücke zusammen nur ein festes Ganze bilden, sind z. B. die Knochen des Schädelgewölbes, welche durch hervorstehende Zacken fest in einander eingefügt sind (die Näthe) und zwar auf eine vollkommenere Weise, als bei der vollendetsten Tischlerarbeit die Bretter durch Einzahnung zusammengefügt werden. Andere Knochen liegen mit etwas größeren Flächen an einander, wie namentlich die Beckenknochen, und sind hier gleichsam an einander geleimt (verwachsen) und zwar so fest, daß es großer Gewalt und künstlicher Mittel bedarf, um sie von einander zu trennen. Andere unbewegliche Knochen, die Zähne, sind endlich blos in Knochenhöhlen eingekeilt und durch Weichtheile mit den Knochen verwachsen. Diese letztere Einrichtung hat den Vortheil, daß diese isolirte Knochenstücke erkranken können und

durch mechanische Gewalt zerbrochen und selbst entfernt werden können, ohne daß diese Verletzungen eine Rückwirkung auf andere Knochen ausüben. — Die Knochenverbindungen, welche die einzelnen Knochenstücke nicht zu feststehenden Körpertheilen machen, sind theils solche, welche den verbundenen Knochenstücken nur einen größeren oder geringeren Grad von Biegsamkeit gewähren, theils solche, welche eine freie Bewegung jedem der auf diese Weise vereinigten Knochenstücke gestatten (die Gelenke). Die erstere Art der Verbindung trifft man namentlich zwischen den Rippen und dem Brustbeine und zwischen den einzelnen Wirbelkörpern an. Zwischen den Rippen und dem Brustbeine sind es längere, die Form der Rippen beibehaltende, Knorpelstücke, welche elastisch sind und, verbunden mit einiger Biegsamkeit der Rippen, dem Brustkorbe einen gewissen Grad von Elasticität geben, so daß er bei Ausdehnung der Lunge und der Wirkung gewisser Muskeln beim Einathmen sich auszudehnen und die Brusthöhle zu erweitern vermag, und bei dem Zusammenfallen der Lunge und der Wirkung anderer (der exspiratorischen) Muskeln sich zusammenzuziehen und die Brusthöhle zu verengern vermag. — Die Verbindung zwischen je zwei Wirbelkörpern geschieht durch eine Lage faseriger Knorpel, welche einige Elasticität besitzt, so daß beiden eine kleine Bewegung gestattet ist, welche aber, wenn sämmtliche Wirbel an der Bewegung Theil nehmen, doch der Wirbelsäule im Ganzen einen beträchtlichen Grad von Biegsamkeit gibt.

Die Einrichtung der eigentlichen Gelenke ist von mannigfaltiger Art. Immer sind an den Enden der Knochen, welche zu einem Gelenke verbunden sind, Knorpel angebracht, so daß nie die Knochen selbst sich berühren, und diese Knorpel sind, besonders in den Gelenken, welche eine sehr freie Bewegung gestatten, mit der Gelenkschmiere (einer Art Schleim mit etwas Eiweiß verbunden) überzogen. Beide, zu einem Gelenke ver-

einigten Knochenenden sind durch sehnigte Bänder zusammengehalten. Bei denjenigen Gelenken, durch welche eine vielseitige Bewegung gestattet ist, sind die Knochenenden durch ein weites Kapselband (häutige Kapsel) vereinigt, so daß hierdurch ein ziemlich weiter, die zähe Gelenkschmiere enthaltender Raum (Gelenkhöhle) gebildet wird. Die Grenzen der Bewegung sind durch starke, straffe Gelenkbänder festgesetzt. — Die beiden Gelenkflächen bestehen immer in einer Convexität des einen Knochenendes, welche einer entsprechenden Concavität des andern Knochenendes angepaßt ist, jedoch so, daß oft mehrere Erhebungen und Vertiefungen zusammenwirken, um die Richtung und die Grenzen der Bewegung zu bestimmen.

Es sind zweierlei Arten der Bewegung, welche durch die Gelenke bestimmt werden, und zwar in einem bestimmten Gelenke entweder nur die eine oder die andere oder mehr oder weniger beide zugleich. Die eine Bewegung ist die des Knochens in seiner Länge um einen, am Ende der Längenaxe gelegenen, Punkt. Da diese Bewegung nach Art, wie ein Hebel vom Stützpunkte aus sich bewegt, so wird sie die Hebelbewegung genannt, obgleich kein eigentlicher Hebel vorhanden ist. Die zweite Bewegung ist die des Knochens um die eigene Längenaxe oder im Kreise um eine außer ihm liegende Axe, was wohl die Zirkelbewegung genannt werden dürfte. Die Bewegung ist vorzüglich oder ausschließlich eine Hebelbewegung, wenn die Gelenkflächen breit sind und aus zwei Hervorragungen und beziehungsweise Vertiefungen bestehen, wodurch die Umdrehung (Rotation) des Knochens um die eigene Längenaxe verhütet wird, wie dieses mehr oder weniger am Ellbogen-, am Kniegelenke und den Fingergelenken der Fall ist, und wenn, wie bei all diesen Gelenken es gefunden wird, die seitlich sich befindenden Gelenkbänder über's Kreuz laufend und so straff angezogen sind, daß eine Rotation des Knochens unmöglich wird.

Zur Zirkelbewegung finden wir am Vollkommensten die Einrichtung in dem Gelenke zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel geeignet. Der erste Halswirbel nämlich, welcher, da er den Kopf trägt, Atlas genannt wird, besitzt an seiner hinteren, besonders ausgeschnittenen Fläche eine rundliche Vertiefung mit überknorpelter Fläche, in welche der Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels paßt. Um diesen Fortsatz des zweiten Halswirbels (Epistropheus) bewegt sich der Atlas und mit ihm der auf ihm ruhende Kopf in einer Kreisbewegung oder, wenn der Kopf festgehalten wird, dreht sich die Wirbelsäule um ihre Axe. Zu dieser Art der Bewegung gehören auch in unvollkommenerem Maaße die Bewegung der beiden Vorderarm- und der beiden Unterschenkelknochen um einander, und zum Theil die sehr beschränkten Bewegungen zwischen den Mittelhand- und Mittelfußknochen und zwischen den Handwurzel- und Fußwurzelknochen.

Beider Arten der Bewegung fähig sind vorzüglich die Knochen, welche durch ein Kugel- oder Nußgelenk mit einander verbunden sind. Der eine der Knochen endiget sich mit einer vollkommen runden, kugelartigen Gelenkfläche und der andere mit einer entsprechenden Vertiefung, etwa wie eine halbe Nußschale oder vielmehr wie ein Uhrenglas. — An diesen Gelenken ist auch immer das Kapselband etwas weit, so daß der runde Gelenkskopf ebensowohl bis zu einem gewissen Grade um seine eigene Axe, als hebelartig nach allen Richtungen sich bewegen kann. Diese Art von Gelenkseinrichtung findet sich vorzüglich am Schulter- und am Hüftgelenk, und zwar an ersterem im vollkommensten Maaße, indem die Gelenkshöhle nicht tief ist und also dem runden Gelenkskopf die größte Beweglichkeit gestattet ist.

An den Gelenken, welche vorzüglich für die Hebelbewegung eingerichtet sind, befinden sich Vorrichtungen, welche ver-

hüten, daß die durch das Gelenk vereinten Knochen nach beiden Seiten bis zu einem spitzen Winkel genähert werden können, und nach der einen Seite, der Streckseite, nur eine beschränkte Bewegung zulassen. Das Ellenbogen- und das Kniegelenk und die Gelenke der Finger gestatten nur eine Streckung bis zur graden Linie. Die Mittel, welche eine größere Rückwärtsbiegung verhindern, sind theils zweckmäßig angebrachte Sehnenbänder und theils eine Abschüssigkeit der Gelenkflächen nach der Beugeseite zu und Knochenvorsprünge auf der Streckseite. Das auffallendste Beispiel der letzteren Art ist der Ellbogenknorren (Olecranon) an dem Ellbogenbeine (Ulna), welcher sich bei Streckung des Armes wie ein Sperrhaken in eine Vertiefung des Oberarmknochen einsetzt, so daß Ober- und Vorderarm ohne Bruch dieses Knorrens nur bis zu einem gewissen Grad in dieser Richtung einander genähert werden können. Hierdurch wird bewirkt, daß der Oberarmknochen und die beiden Vorderarmknochen gleichsam zu einem Knochenstücke umgestaltet werden, wenn nämlich ein Gegenstand mit gestrecktem Arme gehalten werden soll, was die Beugemuskel des Vorderarmes in ihrem Dienste sehr erleichtert.

Die Natur unterstützt die Gelenkbänder und Muskeln in ihrer Aufgabe, die, durch das Gelenk getrennte Knochen in ihrer Verbindung zu erhalten, durch den Druck der Atmosphäre nach der luftleeren Gelenkhöhle, wodurch der Gelenkkopf in die Gelenkhöhle gepreßt wird. — Daß der Luftdruck diese Wirkung ausübe, wird (nach den Versuchen von W. und Ed. Weber) dadurch erwiesen, daß der Gelenkkopf des Schenkels aus der Pfanne weicht, wenn man mittelst einer Luftpumpe den Druck der Luft von außen auf das Gelenk aufhebt, und ebenso, wenn man ins Innere des Gelenkes durch Anbohrung desselben Luft einströmen läßt.

Verschiedene interessante mechanische Einrichtungen bieten

auch die verschiedenen Weisen dar, wie die Muskel gelagert sind und sich an die Knochen anheften. Die Muskeln sind sämmtlich in der Weise gelagert, daß sie mit ihren beiden Enden an zwei verschiedene Knochen sich anheften und diese also verbinden, mit Ausnahme derjenigen Muskeln, welche entweder ganz in Weichtheilen liegen, wie die Schließmuskeln mehrerer Ausführungskanäle, oder auf der einen Seite an einem Knochen und auf der anderen Seite in Weichtheilen sich endigen, wie z. B. mehrere, zur Zunge gehende Muskeln. Sehr häufig kleben sich die Muskelfasern nicht unmittelbar an die Theile, die sie zu bewegen bestimmt sind, an, sondern heften sich zunächst an sehnige Stricke an, welche an dem zu bewegenden Theile befestiget sind. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, daß Muskelmassen, welche viel größer sind, als daß ihre Fasern an dem zu bewegenden Theil zur Anwachsung Platz finden könnten, zur Bewegung eines Gliedes bestimmt werden können, und daß diese Muskeln stets an den für ihre Wirkung am Meisten passenden Stellen angebracht sein können, indem sie von hier aus das betreffende Glied durch die sehnigen Stricke in Bewegung setzen. Diese Einrichtung ist z. B. in Beziehung auf die stärksten Muskeln, welche zur Beugung und zur Gradstreckung der Finger dienen, getroffen, indem diese Muskeln an dem oberen Theile des Ellbogenbeines (Ulna) und der Speiche (Radius) angewachsen sind, und durch lange Sehnen die Finger bewegen. — Diese Sehnen liegen großentheils in Sehnenscheiden und werden zum Theil auch durch Querbänder und auch durch Rollen, über welche sie laufen, gezwungen, stets in ganz bestimmten Richtungen zu ziehen. Hierdurch wird verhindert, daß nicht bei den mannigfaltigen Körperbewegungen eine Unordnung in der Lage der Muskeln und Sehnen entstehe, und daß die Natur zum Anheftungspunkt der Muskel sich auch Stellen wählen kann, welche nicht in der noth-

wendigen Zugsrichtung liegen. Das auffallendste Beispiel dieser Einrichtung gibt der obere schiefe Augenmuskel oder Rollmuskel des Augapfels. Derselbe entspringt von den Knochen zunächst dem Seheloche, welches hinter dem Auge liegt, und würde also, wenn er in grader Richtung zu dem Auge treten würde, dasselbe nicht zu rollen vermögen; seine Sehne, von einer Schleimscheide umgeben, geht aber bis zum inneren und oberen Winkel der Augenhöhle vorwärts, läuft hier über eine knorplige Rolle und wendet sich von da an zum Auge, welches sie auf diese Weise einwärts zu rollen vermag. Diese Einrichtung war aus dem Grunde eine nothwendige, weil an dieser Stelle, wegen Mangel des Raumes, nicht wohl ein Muskel zur Rollung des Auges hätte angebracht werden können.

Die meisten Muskeln heften sich an den betreffenden Knochen sehr nahe an dem Gelenke an, wodurch, und indem sie in schiefer Richtung wirken, ein Theil ihres Leistungsvermögens hinsichtlich der Kraft des Zuges, zum Vortheil der Schnelligkeit und des Umfanges der Bewegung, verloren geht. Dieser Nachtheil wird an einzelnen Stellen theilweise dadurch ausgeglichen, daß die Muskeln an Knochenvorsprüngen sich ansetzen, wodurch bewirkt wird, daß sie nicht in zu sehr schiefer Richtung, sondern mehr gradwinklig wirken. Dieses ist zum Beispiele der Fall bei den Muskeln, welche sich an den Ellbogenknorren und denen, welche sich an das Fersenbein ansetzen. An Gliedmaßen, welche mit großer Kraft wirken müssen, sind die Muskelansätze oft weit in das Glied hereingeschoben und ist dasselbe verhältnißmäßig kurz. Mehrere dieser Bewegungsorgane haben im Verhältniß zur Länge der Knochen (also der in Bewegung gesetzten Hebel) ungeheure Muskeln, z. B. die Finger.

So interessant die Bewegungsorgane wegen der vollendeten Zweckmäßigkeit des Mechanismus sind, so sind doch die Körper-

theile, in welchen die bewegenden Kräfte sich kund geben, ein für unser Nachsinnen noch viel wichtigerer Gegenstand. Es sind dieses die Muskeln mit den zu ihnen von den Centraltheilen des Nervensystemes sich wendenden Nerven. — Es spaltet sich hier nothwendiger Weise der Gang der Untersuchung nach zwei Richtungen. Fürs Erste ist zu erforschen nothwendig, auf welche Weise durch die Wirkung des Nervens der Muskel zur Zusammenziehung gebracht werden könne, und sodann sollte möglichst klar gemacht werden, auf welche Weise der Wille wirke. Da die Willenskundgebung eine Aeußerung des geistigen Lebens ist, so werde ich die Wirkung des Willens in den Muskeln zum Gegenstande der Untersuchung machen, wenn unsere Forschungen sich über das Gebiet des geistigen Lebens ausdehnen.

Die Frage, auf welche Weise die Nerven anatomisch sich mit den Muskeln verbinden, ob blos dadurch, daß sich Nervenschlingen um eine Anzahl Muskelfasern legen, oder zugleich dadurch, daß ganz feine Nervenzweigchen in den Muskel eindringen, kann hier unentschieden gelassen werden, weil die Art der Verbindung der Nerven mit dem Muskel doch kaum eine wesentliche Verschiedenheit in der Wirkungsweise des Nervens auf den Muskel bedingen dürfte. Als gewiß ist anzunehmen, daß die bewegenden (motorischen) Nerven, nämlich die vordere Wurzel der Rückenmarksnerven, sich mit den Muskeln in Berührung setzen, daß aber nicht überall, wo im Muskel die Nerveneinwirkung sich kund gibt, Nerven sich befinden, indem die Nerven nur an bestimmten Punkten mit den Muskeln in Berührung treten und verhältnißmäßig ziemlich lange Strecken der Muskelfaser frei lassen. Hieraus folgt mit Gewißheit, daß die Wirkung des Nervens von dem berührten Punkt der Muskelfaser von Stelle zu Stelle bis zum Gebiete des nächsten Nervenzweigchens in der Muskelfaser sich weiter verbreite. — Die Art der Einwirkung des motorischen Nervens auf die

von ihm berührten Punkte des Muskels wird uns ziemlich klar werden, wenn wir die von Du Bois gewonnenen Resultate seiner Untersuchungen über die electromotorischen Strömungen in den Nerven und den Muskeln zur Erklärung der Muskelbewegung benutzen. Wenn aus diesen Untersuchungen hervorgeht, daß sowohl in den Nerven als in den Muskeln vom Leben abhängende, electromotorische Strömungen stattfinden; daß sowohl bei Reizung der Nerven als bei Zusammenziehung des Muskels die electrischen Verhältnisse sich ändern, und daß selbst vom einen, in Zuckung begriffenen Muskel auf den Nerven eines andern Muskelstückes und von diesem auf den Muskel selbst Reizungen und mit ihnen Veränderungen in den Polarisationsverhältnissen der electrischen Molecüle übergetragen werden können, und wenn wir zugleich betrachten, daß während der Aktion des Muskels sich Intercellularflüssigkeit, vorzüglich aus Milchsäure bestehend, bildet, so wird die Annahme nicht gewagt erscheinen, daß der Zusammenziehung des Muskels ein electrischer Vorgang zum Grunde liege; denn die vorhandene Electricität zeigt das Galvanometer, und die ohne Zweifel aus den Kohlenstoffatomen des Muskelfibrins sich bildende Milchsäure beweiset ohnehin einen electrochemischen Vorgang. Ist aber überhaupt Electricität in Wirksamkeit, so kann es nicht fehlen, daß die beweglichen Atome in der Muskelfaser der electrischen Anziehung folgen. Es ist nicht nothwendig, daß der motorische Nerve unmittelbar auf alle Theile des Muskels wirke, sondern es genügt, daß er nur diejenigen electrischen Molecüle der Muskelfaser zunächst in ein anderes Polaritätsverhältniß setze, mit welchen er in Berührung kommt, indem, wenn an dieser Stelle die Polaritätsverhältnisse der Muskelatome geändert werden, eine weiterhin gehende Aenderung der Polaritätsverhältnisse der electrischen Molecüle der Faser die unmittelbare Folge ist.

Der Bau des Muskels der willkührlichen Bewegung ist von der Art, daß sich die Wirkung der Nerven ohne Unterbrechung in einem Augenblick über die ganze Länge des Muskels ausdehnen kann. — Wie ich in meiner Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte des Muskels dargethan habe, verwandeln sich die aus den letzten Dotterspaltungen entstandenen Urzellen des Muskels in zahlreiche Fädchen von Molecülarzellen, welche sich von einer Urzelle aus an die der anderen anreihen, so daß ununterbrochene Fäden entstehen. Indem im Inneren der Urzellen neue Zellen sich bilden, deren Fädchen sich ebenfalls an einander anheften, entstehen im Inneren der zum Schlauche gewordenen Reihe von Urzellen neue Reihen von Muskelfasern. (Die glatten Muskelfasern dagegen zeigen immer Unterbrechungen, indem die Zellen sich zuspitzen und an einander wachsen). — Auf einer mittleren Entwicklungsstufe zeigt der Muskel der willkührlichen Bewegung sehr deutlich, daß zahllose Kernchen in einer zähen dehnbaren Substanz liegen, was der erwähnten Art der Bewegung des Muskels dem Zwecke nach entspricht.

Von der Stimme und der Sprache.

Durch Bewegung bestimmter Körpertheile bringen die Thiere Laute hervor, welche bei den höheren Thieren als Stimme erscheinen und von dem Menschen zur Bildung der Sprache benutzt werden. Der Hauptzweck, welchen die Natur durch diese Einrichtungen erreicht, ist die Stelle des Aufenthaltes eines Thiers andern Thieren kund zu geben, und dem Thiere ein Mittel zu gewähren, gewisse Körper- und Seelenzustände auszudrücken, was bei dem Menschen auf die Mittheilung der Erzeugnisse des Geistes, durch Rede und Gesang, sich ausdehnt. Der vorzüglichste Gebrauch der Stimme, namentlich bei den Singvögeln ist, insbesondere von Seite des Männchens, die Nähe des Thieres dem des andern Geschlechtes

anzuzeigen und dasselbe an sich zu locken. Manche Thiere suchen durch ihre Stimme die Feinde zu schrecken, und geben insbesondere im Kampfe mit demselben grelle, oft furchtbare Töne von sich. Viele Thiere vermögen Angst, Schmerz, Freude und andere Gefühle durch die Art der hervorgebrachten Töne auszudrücken, und einige, mit dem Menschen zusammenlebende, Thiere bezeichnen gegen ihn durch die Art der Töne mancherlei Begehren.

Die Art der Laute ist für den zu bezeichnenden Gegenstand bei der nämlichen Thierart im Wesentlichen immer die nämliche und nicht durch Nachdenken gewählt, sondern durch die Natur ihm eingepflanzt. Wenn man unter Sprache die mit anderen Individuen derselben Thierart durch Uebereinkommen entstandene Ausdrucksweise beim Gebrauch der Laute versteht, so ist es gewiß, daß die Thiere so wenig eine Sprache besitzen, daß man selbst die Sprache als das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal zwischen Mensch und Thier ansehen dürfte. Zwar besitzen einige Thiere, z. B. Papageien und Elstern, die Eigenschaft, Worte und selbst ganze Sätze dem Menschen nachsprechen zu lernen; sie besitzen aber nicht die geistige Fähigkeit, die hiermit verbundenen Begriffe zu erfassen, und die erlernten Laute im Sinne der Sprache zu benutzen. Würden dem Papageien und den Elstern diese geistige Fähigkeit zukommen, so würden sie ohne Zweifel bald auch eine Sprache sich schaffen. Die Thiere, in welchen wir die erwähnte Fähigkeit der Nachahmung finden, sind aber in geistiger Beziehung so weit von dem Menschen entfernt, daß von dem Erlernen einer Sprache keine Möglichkeit vorhanden ist. Bei denen Thieren, deren Verstandeskräfte so groß sind, daß wir schon Zeichen von stattfindender Ueberlegung deutlicher erkennen, wie z. B. bei der Katze, dem Hunde, dem Elephanten und dem Affen, und bei denen vielleicht das Erlernen der Sprache vom Menschen für einfache

Gegenstände leichter möglich wäre, fehlt, interessanter Weise, vollkommen jenes Vermögen der Nachahmung der menschlichen Sprache. Der gelehrigste Hund z. B., welcher seinen Herrn auf die verständigste Weise in seinen Geschäften unterstützt, unternimmt es nie, auch nur einen Laut seines Herrn nachzuahmen, und vermag nur zu bellen, so wie auch die schlaueste Katze nur miaut, und der zur Nachahmung sonst so geeignete Affe auch nur seine ihm eigenthümlichen Laute von sich gibt. Es erheben sich also diese Thiere, deren Stimmorgane noch überdies denen des Menschen viel näher stehen, als die Stimmorgane des Papageies und der Elster, in keinem Falle bis zu solchen Begriffen, welche die Feststellung einer bestimmten Sprache bedingen.

Bei manchen Thieren werden die Laute, welche sie von sich geben, durch andere Theile, als die der Athmungswerkzeuge, hervorgebracht. Namentlich besitzen viele Insekten, insbesondere Käfer, die Fähigkeit, durch Reiben harter Theile des Hautskelettes an einander bestimmte Töne hervorzubringen, und bei den männlichen Singcicaden ist ein eigener s. g. Stimmapparat vorhanden, welcher mit den Athmungsorganen in keiner Verbindung steht. Bei diesen Thieren befindet sich an der unteren Seite des ersten Hinterleibsringes eine Höhle, in deren Innerem eine trockene Haut (Trommelhaut) ausgespannt ist, an welche sich die Sehne eines Muskels ansetzt, so daß diese Haut gespannt werden kann. Indem nun beim Aufhören der Muskelwirkung die Haut plötzlich wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückspringt, wird der Ton der Cicade hervorgebracht. — Durch Aneinanderschlagen der am hinteren Theile des Schwanzes befindlichen Klappern bringen die Klapperschlangen das eigenthümliche Geräusch hervor, das ihre gefährliche Nähe so unzweifelhaft ankündiget. — Einige Fische scheinen vermittelst der Schwimmblase die eigenthümlichen Töne von sich zu

geben, die ihnen, ausnahmsweise in der sonst ganz stummen Thierfamilie, eigen sind.

Die eigentliche Stimme, welche immer mehr oder weniger den Tönen eines Zungenblaswerkes mit membranösen Zungen gleicht (J. *Müller*), ist nur bei Thieren zu finden, welche mit Lungen athmen, also nur bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Unter diesen Thieren sind aber doch auch mehrere stumme, namentlich solche, welche ausschließlich im Wasser leben.

Die bewegende Kraft für das Instrument der Stimme liegt in der, durch die Lunge und die Athmungsmuskeln in Bewegung gesetzten Luft, welche durch die Luftröhre und das am oberen Ende befindliche Zungenblaswerk aus- und eingetrieben wird. In der Regel werden die Töne erzeugt, indem die Luft mit mehr oder weniger Gewalt nach außen getrieben wird; jedoch kann auch die einströmende Luft zur Hervorbringung der Laute benutzt werden. Die Tonerzeugung hat sowohl ihren Grund in den Schwingungen der Luft selbst, welche durch das Hindurchtreten durch einen, vermittelst der Stimmritzenbänder mehr oder weniger verengerten Raum hervorgebracht werden, als auch in den Schwingungen der Stimmbänder. Beide Arten der Schwingungen accomodiren sich einander, indem sie beide von dem Grade der Spannung der Stimmbänder und der Stärke der Luftbewegung abhängen, und bilden somit *einen* Ton.

Die Höhe der Stimme hängt vorzüglich von der Spannung, Länge und Dicke der Stimmbänder ab; jedoch wirken auch auf dieselbe die Größe und Form der Stimmritze, die Stärke, mit welcher der Luftstrom wirkt, und die umgebenden Räume, nämlich die Mund-, die Rachen- und die Nasenhöhle (welche namentlich zur Bildung der Falsetstimme beitragen) und der Raum zwischen den obern und untern Stimmbändern (Ventriculus Morgagni). Bei manchen Thieren finden sich besondere Luftsäcke zur Verstärkung der Stimme vor. So ist

namentlich bei dem Brüllaffen der Kehlkopf zu einer starken knöchernen Blase aufgetrieben und bei dem Esel ist der Morgagnische Ventrikel zu einem Sack erweitert. — Die Hauptbestandtheile des Kehlkopfes sind: 1. Mehrere Knorpel, von denen der (paarige) Schildknorpel das Hauptgerüste des Stimmorganes bildet, indem die beiden Knorpelstücke sich nach vorn in einen etwas spitzen Winkel vereinen und mit ihrem hinteren, weit von einander stehenden Rande und der den Kehlkopf auskleidenden Haut auf der Speiseröhre und mittelbar auf der vorderen Fläche der Halswirbel aufstehen, so daß ein ziemlich geräumiger, dreieckiger und gegen den Atmosphäredruck geschützter Raum entsteht. 2. Die Haut des Kehlkopfes, welche eine Fortsetzung der Haut der Rachen-, Mund- und Nasenhöhle und der äußeren Haut ist. Dieselbe kleidet die innere Fläche des Kehlkopfes aus, nachdem sie sich vorher zu einem Band gefaltet hat, das den Kehlkopfdeckel überzieht, und bildet in dem Kehlkopfe zwei paar Falten, die Stimmbänder, ein oberes und ein unteres, von welchen jedes Faltenpaar eine für den Durchtritt der Luft bestimmte Rinne, die Stimmritze, zwischen sich läßt, und welche zusammen einen freien Raum im Kehlkopfe, den Morgagnischen Ventrikel, umschließen. 3. Sehnige Bänder, welche die verschiedenen Knorpel des Kehlkopfes unter sich, und mit dem Zungenbeine und dem oberen Ringe der Luftröhre verbinden, und 4. die Muskeln des Kehlkopfes, durch welche die Knorpel einander genähert und von einander entfernt werden können, und bald Erschlaffung, bald Spannung der Stimmbänder bewirkt werden kann.

Die künstlichen Modificationen der Stimme, welche die Sprache bilden, werden theils durch die die Stimme erregenden Ursachen, namentlich die verschiedene Spannung der Stimmbänder und die der Stimmritze gegebene Form und Weite, und theils durch die Bewegung und Stellung der oberhalb des

Kehlkopfes liegenden Theile, durch welche der Luftstrom aus- und eingeht, und welche man zusammen das Ansatzrohr nennt, hervorgebracht. Die Vocale erhalten ihre Bildung vorzüglich in der Stimmritze, wobei aber das Ansatzrohr zu ihrer schärferen Abgrenzung mitwirkt. Bei a und den ihm verwandten Vocalen wird der vollkommene Brustton angeschlagen, bei i und den ihm sich nähernden Vocalen stellen sich die das Ansatzrohr bildenden Theile mehr wie bei dem Falsetregister. Die Consonanten werden durch das Ansatzrohr, vorzüglich durch die Bewegungen der Zunge und der Lippen, hervorgebracht, indem z. B., während irgend ein Vocal angeschlagen wird, bei geöffnetem Munde die Lippen schnell an einander schlagen oder bei geschlossenem Munde sich schnell von einander reißen, die Zunge mit ihrer Spitze an den Gaumen anschlägt oder sich von ihm losreist, oder in eine vibrirende Bewegung sich setzt u. s. w. (Man hat diese verschiedenen Bewegungen so genau studirt, daß man jetzt Sprechinstrumente zu fertigen versteht, mit deren Hilfe man, durch Anschlagen von Tasten, die Sprache nachzuahmen vermag).

Das Gefühl und die Sinneswahrnehmungen.

Bei den niedersten Thieren finden sich keine, von dem übrigen Körper unterscheidbare Sinnesapparate vor, und es sind auch keine deutlichen Zeichen vorhanden, daß sie die Qualität der Körper vollständiger unterscheiden können, als daß sie ihnen zusagend oder widerlich sind. Vom Gesichts- und Gehörsinn ist es gewiß, daß sie nicht existiren, zweifelhafter ist es vom Geruch und Geschmack, da die Wahl der Nahrungsstoffe vielleicht nur, aus einem mit der Anziehung der thierischen Zellen auf die tauglichen Stoffe verbundenen, allgemeinen Gefühl des Zuträglichen hervorgeht, wie ja selbst manche Thiere (z. B. der Bandwurm) ähnlich den Pflanzen, die

ernährenden Substanzen allgemein durch die Haut aufnehmen, ohne durch willkührliche Bewegungen dieselben an sich zu reißen und zu verschlingen. — Bei den Thieren, bei welchen der Organismus noch keine solche Unterschiede (Differenzirungen) zeigt, daß die einzelnen Körpertheile zu den einzelnen, in der Außenwelt existirenden Gegenständen eine besondere Beziehung und für die Aufnahme ihrer Wirkung eine besondere Einrichtung haben, besitzt, wie es scheint, der Körper im Ganzen die Fähigkeit, das Vorhandensein von Einflüssen im Allgemeinen zu empfinden, so daß z. B. der Körper von Lichtwellen angeregt wird, was bei den höheren Thieren, wenn es der hierfür geschaffenen besonderen Sinnesorgane beraubt wird, nicht der Fall ist. Wenigstens suchen gewisse niedere Thiere, bei welchen jede Spur von Augen fehlt, oft sonnige Stellen.

Dieses allgemeine Gefühl für das Zuträgliche und das Widerliche hat ohne Zweifel darin die nächste Begründung, daß, wie ich später zeigen werde, durch die Organisation der Körper ein polarisirter Körper geworden ist, so daß er die allgemeine Eigenschaft der electrischen Körper besitzt, auf gewisse Einflüsse zu reagiren. Hat nun ein solcher Körper ein seelisches Element in sich, so läßt sich leicht begreifen, daß, je nachdem die äußern Einflüsse seine Anziehung oder Abstoßung wecken, dieselben in ihm die Empfindung des Zuträglichen oder des Widerlichen erzeugen, ohne daß das Thier im Stande wäre, die einzelnen Eigenschaften des Gegenstandes zu erkennen, also seine Gestalt und Farbe durch den Gesichtssinn wahrzunehmen, seinen specifischen Geruch und Geschmack zu erkennen u. s. w

Bei etwas höher stehenden Thieren bemerken wir schon Differenzirungen am Körper, wodurch das Thier in den Stand gesetzt wird, auf mehrere Verschiedenheiten der äußern Gegenstände besonders zu reagiren. So z. B. sehen wir an manchen Thieren Farbepunkte, welche die Stelle der Augen vertreten

ohne daß aber Apparate vorhanden sind, durch welche die Lichtwellen von einander getrennt werden. Es ist also das Thier zwar nicht im Stande, die Formen der Gegenstände, und wahrscheinlich auch nicht, die Farben zu unterscheiden, aber es empfindet an bestimmten Stellen des Körpers das Licht ohne Zweifel mit größerer Entschiedenheit, als dieses die niedersten Thiere vermögen (vielleicht in der Weise, wie wir das Vorhandensein von Licht mit unsern Augen wahrnehmen, wenn wir die Augenlider schließen), und unterscheidet also das Licht schon bestimmt von andern Eindrücken. Je höher die Thiere auf der Stufenreihe stehen, desto vollkommener ist der Körper durch Differenzirung des Empfindungsvermögens in verschiedene Sinnesorgane den äußern Einflüssen angepaßt. Wahrscheinlich besitzt der Mensch das größte Differenzirungsvermögen. Zwar sind bei einzelnen Thieren einzelne Sinne schärfer, als beim Menschen, aber es frägt sich doch, ob dieses nicht vielmehr in Hinsicht der Stärke des Eindruckes, als des Vermögens der Unterscheidung der verschiedenen Qualitäten sei, so daß z. B. ein Thier wohl leichter durch einen schwachen Schall aufgeschreckt wird, als ein Mensch, aber doch nicht die verschiedenen Modificationen der Töne in der Weise zu unterscheiden vermag, wie dieser.

Eine besondere Betrachtung verdient die Fähigkeit gewisser Thiere, manche, von den Bewegungen in der Atmosphäre und vielleicht in der Erde selbst ausgehende Einwirkungen auf den Körper zu erkennen, welche wir selbst nicht bemerken. Hieher gehört z. B. die Empfindlichkeit des Körpers mancher Thiere für die Vorgänge, welche einen Witterungswechsel im Gefolge haben, und die Eigenschaft der Wanderthiere, das Herannahen des Wechsels der Jahreszeiten zu erkennen, und den ihnen entsprechenden Klimaten nachziehen zu können. Es scheint übrigens nicht, daß für diese Einflüsse ein besonderes Sinnesorgan bei

den Thieren vorhanden ist, sondern es ist wahrscheinlich, daß sie nur für gewisse Eindrücke empfänglicher sind, als der Mensch. Auch wir empfinden die Gravitation (Anziehungs= oder Schwerkraft), was z. B. sehr deutlich hervortritt, wenn wir beim Einschlafen so lange als möglich unsere Gefühle beobachten, wo wir eine allmählig über den ganzen Körper sich verbreitende Empfindung wahrnehmen, wie wenn der Körper mit einem Bleigewichte auf dem Ruhebette liegen würde. — Vielleicht beruht der s. g. Instinkt der Wandervögel in der Empfindlichkeit des Körpers dieser Thiere für die Gravitationsbewegungen zwischen der Erde und der Sonne, so daß sie die Strömungen fühlen, welche nothwendiger Weise in der Erde stattfinden müssen, wenn sich beim Wechsel der Jahreszeiten bald die eine, bald die andere Halbkugel der Erde der Sonne zuwendet. Ebenso mag die Fähigkeit gewisser Thiere, z. B. der Tauben, in ihre Heimath von entfernten Orten, ohne den Weg zu kennen, wieder zurückzukehren, in einem solchen Gefühle ihren Grund haben. Nehmen wir an, die Tauben empfänden einigermaßen und unter bestimmten Bedingungen die magnetischen Strömungen der Erde (wie wir beim Einschlafen die Schwerkraft fühlen), so werden sie, wenn sie von ihrem gewohnten Wohnsitze hinweggebracht worden sind, in diesem dunkeln Gefühle einen Wegeweiser haben, nach welcher Richtung sie ihren Flug zu nehmen haben (wie der Schiffer mit klarerem Bewußtsein sich nach der Magnetnadel richtet). In ähnlichen Verhältnissen mag zum Theil die Gabe, den Witterungswechsel vorher zu spüren, liegen, da den betreffenden Thieren vielleicht ein lebhafteres Gefühlsvermögen für die electrischen Verhältnisse eigen ist, als der Mensch besitzt.

Die niedersten Sinne sind der Geschmacks= und der Geruchssinn. Wie wir schon bei Betrachtung der Prozesse der Ernährung erkannt haben, wirkt bei diesen Vorgängen

wenigstens in den Theilen, welche die Eingeweide bilden, und namentlich bei den Prozessen der Verdauung, immer der sympathische Nerve mit und gibt bis zu einem gewissen Grade dem Individuum durch Gefühle, z. B. die des Hungers, des Durstes und das der Sättigung, Nachricht von den jeweiligen Zuständen dieser Theile. Die Organe für die erwähnten beiden Sinne sind aber an dem Eingange in diese Bildungsstätten oder Herde der Thierchemie angebracht und stehen mit den Nervengeflechten, welche die Centraltheile der Nerven der Thierchemie bilden, durch Verbindungsfäden im Zusammenhang, oder vielmehr der sympathische Nerve geht durch diese Verbindungsfäden in das System der Rückenmarks- und Gehirnnerven über. Es stehen also der Geschmacks- und Geruchssinn mit den Gefühlen und den Lebensvorgängen in den Eingeweiden (Visceralblatt) in naher Beziehung, so daß in der Regel diese Sinne, wie das Gemeingefühl selbst, das dem Körper Zuträgliche und das Nachtheilige anzeigen, nur mit dem Unterschiede, daß sie deutlichere Empfindungen, wie jenes, gewöhnlich veranlassen. Bei den Thieren kann wohl mit Gewißheit angenommen werden, daß die genannten Sinne in solcher Wechselwirkung mit dem Gemeingefühle stehen, daß die Sinne keinen, dem Gemeingefühl nicht entsprechenden Eindruck hervorbringen, und daß also der Geschmacksinn und der Geruchsinn dem Thiere zum sicheren Leiter bei der Wahl der Speisen und der Aufnahme des Getränkes dienen können. Bei dem Menschen sind diese Sinne zwar ebenfalls Wecker des Verlangens und Warner gegen gewisse Stoffe; jedoch führen sie nicht so sicher, wie bei dem Thiere, was vielleicht darin seinen Hauptgrund hat, daß bei ihm weniger, als bei den Thieren, die Empfindungen des Gemeingefühls lebhaft ausgeprägt sind, und zum Theil auch durch die so oft von der Natur abweichende Lebensweise, wodurch die genannten Sinne gleichsam verzogen werden, veranlaßt ist.

Als Hauptzweck der Einrichtung dieser Sinnesorgane an dem Eingange zum Darmkanale und zu den Athmungswegen erscheint jedenfalls die Benachrichtigung des Thieres von der Beschaffenheit der in die Verdauungs- und Luftwege eindringenden Stoffe, so daß dasselbe mit Hilfe seines Instinktes oder des Gemeingefühles und auch seines Verstandes im Stande ist, das Nützliche aufzunehmen und das Schädliche zurückzustoßen oder zu fliehen. Der Geruchssinn läßt die Thiere auf weite Entfernungen die, riechende Atome von sich gebende Gegenstände erkennen. Er dient namentlich vielen Thieren zur Brunstzeit, in welcher Thiere selbst oft einen stärkeren Geruch verbreiten, zur Zusammenführung des Männchens und Weibchens und läßt die Fährte des zur Nahrung dienenden Thieres und die des Feindes erkennen. Von dem Menschen werden der Geschmacks- und der Geruchssinn überhaupt häufig zur Erkennung der Qualität äußerer Gegenstände benutzt, und er gebraucht diese Sinne, um sich angenehme Gefühle zu verschaffen.

Der Geschmackssinn hat beim Menschen seinen vorzüglichsten Sitz an dem Grunde der Zunge und insbesondere in den breiten, daselbst befindlichen Zungenwärzchen, in welche Zweigchen des Zungenschlundkopfnervens eingehen; außerdem aber auch mehr oder weniger in den übrigen Theilen der Zunge und den an die Zunge angrenzenden Theilen. Am Grunde der Zunge oder vielmehr gegen die Choanen hin verbindet sich mit dem Geschmacke die Geruchsempfindung und beide Wahrnehmungen fließen hier so sehr in einander, daß sie kaum mehr scharf von einander geschieden werden können. Auch ist die Zunge zugleich ein tastendes Organ, so daß dieselbe auch die Form der Nahrungsmittel, wenn sie über sie hingleiten, erkennt, welche Empfindung sich ebenfalls so innig mit der des eigentlichen Geschmackes verwebt, daß sie mit dieser beinahe in eine Wahrnehmung zusammenfließt. Aus diesem Grunde

machen die Speisen einen verschiedenen Eindruck auf das Geschmacksorgan, wenn sie in einen Brei zerrührt und wenn sie in größeren Stücken von dieser oder jener Form genossen werden. — Bedingungen zur Erregung eines Geschmackes sind, daß ein Theil der die Speise bildenden Substanzen in Flüssigkeit aufgelöst sei und die Speise sich über die Zunge hinbewege. Es scheint, daß zur Erregung der Thätigkeit der Geschmacksnerven ein gewisser Stoß der schmeckenden Stoffe auf dieselben nothwendig sei (wie die Gehörsempfindung durch die Schallwellen und das Sehen durch die Lichtwellen erregt werden). Die schmeckenden Stoffe sind oft gänzlich geruchlos; aber alle riechenden sind zugleich schmeckende Substanzen.

Die Geruchsempfindung wird bei dem Menschen durch die Schleimhaut der Nase und den sich in ihr verbreitenden Riechnerven vermittelt. Die erwähnte Haut ist beständig feucht, was eine wesentliche Bedingung zur Erzeugung einer Geruchsempfindung zu sein scheint. Die Riechstoffe bringen die Wirkung nur hervor, wenn sie in Bewegung sind, gewöhnlich bei dem Einziehen der Luft durch die Nase, und zeigen also, daß auch bei den Riechnerven ein gewisser Stoß auf ihn ausgeübt werden muß, wenn er in Aktion treten soll. Es wirken die riechenden Substanzen bei den in der Luft lebenden Thieren in der Regel nur, wenn sie mit dieser über das Riechorgan hinstreifen und, wenigstens beim Menschen, nicht oder nur unvollkommen, wenn sie in Verbindung mit Wasser auf dasselbe gebracht werden; dagegen bringt bei den im Wasser lebenden Thieren das mit Riechstoffen versehene Wasser die Geruchsempfindung hervor. Die Riechstoffe sind einer außerordentlich feinen Zertheilung fähig, so daß sie weite Räume erfüllen können und auch der Geruch durch lange Zeit hindurch der Luft mitgetheilt werden kann, ohne daß die riechende Substanz deutlich am Gewichte verliert. Von manchen Substanzen lösen

sich übrigens die riechenden Atome leicht los, so daß sie einen großen Theil des Geruches verlieren, bei anderen aber bleiben diese Theilchen länger haften, ja sie strömen zuweilen nur aus, wenn die Substanz erwärmt wird.

Die Tastempfindung ist, wie auch die Geschmacks- und Geruchsempfindung, mehr oder weniger mit einem Gefühl von dem eigenen Körperzustand verknüpft, während bei den Wahrnehmungen durchs Gehör und das Sehvermögen dieses nicht der Fall ist, obgleich auch bei diesen Sinnesempfindungen die wahrnehmende Kraft nicht unmittelbar von dem äußeren Gegenstande, sondern von den dem Sinnesorgan entsprechenden Veränderungen im Gehirne angeregt wird. Heftet das Individuum die Aufmerksamkeit nicht auf den äußeren Gegenstand oder ist die Empfindung von der Veränderung im eigenen Körperzustand sehr beträchtlich, so erscheint der Eindruck der wahrnehmenden Kraft nicht sowohl als eine Sinneswahrnehmung, als vielmehr blos als ein Gefühl, welches in der Regel nur auf eine klarere Weise aufgenommen wird, als die Gefühle, welche in den zum Visceralblatt gehörenden Theilen sich kund geben. Bei den niederen Thieren besteht dieser Sinn auch offenbar mehr in einem körperlichen Gefühl, als in der Erkennung der Qualität eines äußeren Gegenstandes, und auch bei den höheren Thieren und dem Menschen selbst ist großentheils die, vermittelst dieses Sinnes erworbene Kenntniß von der Beschaffenheit der Körper mehr mit Hilfe einer Verstandesoperation als durch die Sinnesaction unmittelbar erworben, was namentlich von der mittelst des Tastsinns erlangten Kenntniß über den Wärmegrad der Körper seine Geltung hat.

Es ist der Tastsinn auf der Stufenreihe der Thiere früher entwickelt, als das Gehör und das Sehvermögen; er besteht übrigens bei den niederen Thieren wahrscheinlich nur in dem durch ihn erregten Gefühl und nicht in dem Vermögen, die

Gestalt des fremden Körpers durch ihn zu unterscheiden, was schon aus dem Grunde nicht wohl anzunehmen ist, weil die Organisation der niedersten Thiere von der Art ist, daß sie die verschiedenen Richtungen der Ausdehnung der Körper nicht unterscheiden können. Eine Amoeba z. B., ein Thierchen von so einfachem Körper, daß es beinahe nur das Aussehen eines Schleimbröckchens darbietet, erhält doch wahrscheinlich durch die Berührung mit einem Körper von dem Tastsinn keinen andern Eindruck, als das Gefühl, daß Etwas vorhanden ist, und die Empfindung der Stärke des Eindruckes; anders aber ist es gewiß schon bei den Thieren, bei welchen durch eine Mittellinie der Körper in zwei symmetrische Seitenhälften getheilt ist, und welche vermittelst ihrer Fühlhörner und Gliedmaßen den Körper zu umfassen vermögen. — Bei den niedersten Thieren sind wohl die Wimperhaare, welche an ihrer Peripherie und insbesondere an der Mundöffnung stehen, die ersten besonderen Organe, welche die Empfindungen des Tastsinnes vermitteln. Höher entwickelt ist schon der Tastsinn bei solchen Thieren, bei welchen ein vorderer und ein hinterer Körpertheil sich von einander abgegrenzt haben, und an dem ersteren sich ein Kranz von Hervorragungen, Greifapparaten und Tentakeln (Fühlern), sich bildeten, wie bei den Polypen und den Quallen; jedoch erhalten sie wahrscheinlich durch diese Tast- und Greiforgane noch sehr unvollkommene Vorstellungen von den ergriffenen Gegenständen, da in ihrer Organisation die Mittel zur Erkennung der verschiedenen Dimensionen fehlen. Je mehr das Thier in seinem Inneren selbst differenzirt ist, nämlich in Vorder- und Hindertheile, symmetrische Seitentheile u. s. w. sich spaltet, desto mehr kann auch der Tastsinn entwickelt sein, indem jetzt durch ihn die verschiedenen Dimensionen erkannt werden können. Vollkommener sind daher höchst wahrscheinlich die Wahrnehmungen durch diesen Sinn bei den In-

sekten, z. B. den Spinnen, welche ihre feinen Gewebe mit Unterstützung desselben vollenden, als bei den Polypen, und den höchsten Grad vermag er ohne Zweifel bei den Wirbelthieren zu erreichen, weil in ihrer Organisation selbst die vollkommensten Differenzirungen sind. — Es kann allerdings bei einem niederer organisirten Thiere der Tastsinn verhältnißmäßig entwickelter sein, als bei einem höheren, z. B. bei der Spinne mehr als bei einem Pferde, und es vermögen jedenfalls kleinere Thiere kleine Gegenstände durch den Tastsinn besser zu erkennen, als es bei größeren der Fall ist, bei welchen ein anderes Maaß der Verhältnisse besteht; es ist aber der Tastsinn eines Infusionsthierchens, welches mikroskopisch kleine Körperchen erkennen kann, und der einer Spinne, welche ihre feinen Fäden webt und fühlt, doch nicht entwickelter als der des Menschen, welcher diese kleinen Körper mit dem Tastsinne nicht wahrnehmen kann; denn schwerlich vermag sich das Infusionsthierchen und die Spinne eine so vollkommene Vorstellung von der ganzen Form eines Körpers vermittelst des Tastsinnes zu verschaffen, als der Mensch durch ein Befühlen der Körper mit den Fingerspitzen sich zu bilden im Stande ist. Ich suche den Grund hievon nicht allein in der größeren Verstandeskraft des Menschen, sondern zugleich darin, daß sein ganzer Körper vollkommener differenzirt ist, also auch die äußeren Verschiedenheiten in den Centraltheilen des Nervensystemes leichter wieder gegeben werden können. Wenn, füge ich noch bei, um mich deutlicher zu machen, der Centraltheil des Nervensystemes blos in einem einfachen Nervenring besteht, so kann unmöglich das Thier eine Vorstellung von Rechts und von Links haben, und wenn im Gehirne keine Differenzirungen zwischen vorn und hinten, oben und unten bestehen, so kann das Thier auch keine Vorstellung von den betreffenden Eigenschaften der Körper haben, weil die denkende Kraft nicht den äußern Gegenstand unmit-

telbar selbst, sondern nur die Veränderungen wahrnimmt, welche die centralen Enden der Nervenbahnen erleiden. — Bei einzelnen höheren Thieren, welche die Tastorgane wenig zu ihren Lebenszwecken gebrauchen, sind dieselben auch nur in geringem Maaße entwickelt, wie z. B. bei dem Pferde, bei welchem die Hand oder der Fuß nicht in verschiedene Finger gespalten ist, sondern nur gleichsam einen Finger darstellt, welcher noch außerdem mit einer dicken Hornmasse bedeckt ist.

Die Organe, welche die Tastempfindung vermitteln, sind die Haut, mit den zu ihr gehörenden Horngebilden und mit ihrer Fortsetzung in die Schleimhaut an den Lippen und der Zunge, und theilweise auch die Muskeln, indem das Gefühl der stattfindenden Kraftverwendung in ihnen zur Hervorbringung einer Vorstellung über die, durch das Tasten zu erkennenden Eigenschaften eines Körpers, namentlich der Härte desselben, beiträgt.

Die bei dem Tasten betheiligten Gewebe sind theils solche, welche nur die Leitung des Eindruckes vermitteln, und theils solche, welche den Eindruck selbst empfinden und ihn zur Wahrnehmung bringen. Zu den ersteren gehören die Gebilde, welche zunächst den Anstoß von dem berührten Gegenstand erhalten, und auch diejenigen, welche der Fortleitung des Stoßes eine Grenze oder Widerstand setzen. Die ersteren sind immer die s. g. Horngebilde, welche die eigentliche Haut (corion) überziehen. Wo dieses Gebilde fehlt, z. B. bei Abschärfung der Oberhaut, ist eine Wahrnehmung durch die Tastempfindung schon aus dem Grunde kaum möglich, weil die Berührung der blosgelegten Haut nicht sowohl eine Sinneswahrnehmung, als ein Gefühl von dem eigenen Körperzustand und oft heftigen Schmerz erregt; es wird aber auch die Sinneswahrnehmung aus dem Grunde gestört, weil das Horngebilde auf eine derartige Weise an das die Nerven enthaltende Corion angepaßt ist, daß der demselben durch die Berührung des äußeren

Gegenstandes gegebenen Stoß stets zur rechten Stelle geleitet wird und in der geeigneten Richtung trifft (was besonders an der Hundspfote deutlich zu ersehen ist) *). — Die äußere Haut und auch ihre Fortsetzung in der Schleimhaut der Lippen und der Zunge u. s. w. ist gänzlich mit einem dünnen Panzer nicht empfindender Zellen, dem Oberhäutchen, welches an der Haut selbst Epidermis und an der Schleimhaut Epithelium genannt wird, überzogen. An manchen Stellen sind in dieselbe Haare, Stacheln und dergleichen eingesenkt, welche zuweilen über Gefühlswärzchen stehen und daher die erhaltene Erschütterung leicht dem empfindenden Nerven mittheilen. — Um die durch die Betastung bewirkte Erschütterung deutlicher zu machen und daher den empfindenden Nerven leichter anzuregen, ist den betastenden Organen mehr oder weniger eine feste Unterlage gegeben. Zum Theil sind dieses die Knochen, welche unter der Haut liegen, zum Theil die Nägel, welche namentlich an den Fingern der Menschenhand viel zur Feinheit des Tastsinnes beitragen, und wahrscheinlich dienen zu diesem Zwecke auch die Tastkörperchen, welche in vielen Tastwärzchen gefunden werden, und um welche sich die empfindenden Nerven schlingen, so daß also, wenn der äußere Gegenstand durch die Horngebilde und die Hautfasern auf den Nerven wirken, dieser durch die feste Grundlage, welche er durch die Tastkörperchen erhalten hat, gezwungen wird, sich dem Eindruck entgegenzusetzen, und daher leichter selbst die Erschütterung empfindet.

Der empfindende Theil ist unzweifelhaft der sensitive Nerve in der Haut und auch der empfindende Nerve in den Muskeln; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß das specifische Gewebe, also namentlich die Hautfaser, an der Empfindung Theil nehme, weil nicht überall Nerven sich befinden, aber die Haut an jeder

---

*) Siehe meinen physiologischen Atlas Taf. 12. Fig. 11.

einzelnen Stelle empfindlich ist (wie auch durch die Muskelfasern die Nervenwirkung geht, obgleich die Nerven die Muskelfasern nur in mehr oder weniger großen Zwischenräumen berühren). Die Leitung zum Gehirne und der denkenden Kraft geschieht durch die sensitiven Nerven, welche theils unmittelbar zum Gehirne ihren Lauf nehmen, namentlich die Nerven des fünften Hirnnervenpaares, theils durch das Rückenmark ziehen, in welches sie als hintere Nervenwurzeln eintreten (während die vorderen die bewegenden Nerven sind).

Die Haut und die übrigen, der Tastempfindung fähigen Theile sind dieses in verschiedenem Grade, was vorzüglich von der verschiedenen Vertheilung der Nerven abhängt. Am stärksten ist der Tastsinn an den Stellen entwickelt, an welchen am meisten Gefühlswärzchen, (in welchen Convolute von Nerven- und Gefäßschlingen und oft Tastkörperchen sich befinden) vorhanden sind. Bei manchen Thieren finden sich eigene Tastorgane vor, welche vorzüglich am vorderen Körperende und insbesondere um den Mund herum angebracht sind. Bald sind es einfache Haare und Stacheln und bald auch zusammengesetzte Organe mit Muskelfasern und Nerven, und bald weiche Gebilde, bald mit einer dichten Schichte von Horngebilde umkleidet. Hieher gehören die schon erwähnten Fangarme und Fühler der Polypen und Quallen, die verschiedenartigen Tentakeln (Fühlhörner) bei den Mollusken (Schnecken), Crustaceen (Krebsen), den Insekten, und auch ähnliche Organe bei den Wirbelthieren, namentlich den Fischen. Mehr oder weniger sind bei den Säugethieren auch die Lippe selbst, die Zunge und die Nase Tastorgane. Bei dem Elephanten namentlich ist die Nase zu einem Greiforgane und sehr feinem Tastorgane verlängert. Bei manchen Thieren, z. B. bei manchen Affen, ist auch der Schwanz zu einem Greiforgane benutzt und es muß ihm daher auch bis zu einem gewissen Grade das Tastvermögen zukommen.

Ueberall aber, wo Gliedmaßen existiren, sind dieselben zugleich Tastorgane und am Vollkommensten, ohne Zweifel, ist der Tastsinn in den Fingern des Menschen entwickelt.

Das Gehör. Zu den drei, bis jetzt von mir beschriebenen Sinneswerkzeugen hat die Natur bei den meisten Thieren, so viel man weiß, von den Quallen an aufwärts, ein drittes, den Gehörsinn, hinzugefügt, welches im gesunden Zustande nicht mit einem Gefühl vom Verhalten des eigenen Körpers verbunden ist, wie die bisher genannten Sinne, sondern bloß äußere Vorgänge dem Individuum darstellt. Da es also nicht mit dem Gemeingefühl zusammenhängt, steht es nicht sowohl zunächst mit dem Instinkte, als vielmehr schon vollkommener mit den Verstandeskräften des Thieres in Beziehung. Es ist dieser Sinn dem Thiere ebenfalls behülflich, seine Nahrung aufzufinden, jedoch dient er nicht in der Weise, wie der Geruch und der Geschmack, mittelst welchen das Thier durch den Instinkt, den für dasselbe tauglichen Nahrungssubstanzen zugeführt wird, sondern indem die Aufmerksamkeit des Thieres auf gewisse Geräusche geleitet wird, aus welchen es Schlüsse zieht. Man erkennt bei den höheren Thieren oft sehr deutlich, daß bei den verschiedenen Tönen, die ihr Ohr erreichen, Verstandesactionen vorgehen. Mehr noch, als die Thiere durch das Gehör zu der für sie bestimmten Nahrung gelockt werden, wozu mehr der Geruchssinn gebraucht wird, dient dasselbe ihnen als Hüter vor Gefahren, indem namentlich die Stimme der größeren feindlichen Thiere warnend an ihr Ohr schlägt. Bei vielen Thieren dient auch das Gehör dazu, die sich suchenden Individuen, namentlich zur Begattungszeit, zusammen zu führen, was insbesondere bei den Singvögeln der Fall ist. Bei dem Menschen endlich ist dieser Sinn, nebst der Sprache, der Hauptvermittler des Gedankenaustausches, und seinem Vorhandensein

verdanken wir also großentheils die Fähigkeit einer höheren geistigen Entwicklung.

Der Gehörsinn ist offenbar, sowohl nach den, auf die Schallwirkungen eintretenden Aeußerungen der Thiere, als auch nach dem anatomischen Bau der Gehörwerkzeuge zu schließen, bei den verschiedenen Thieren sehr verschieden entwickelt, und zwar ist es sehr wahrscheinlich und beinahe gewiß, daß viele Thiere nur eine geringe Anzahl von Tönen zu unterscheiden vermögen, und ebenso ist es wenigstens wahrscheinlich, daß jedes Thier nur bestimmte Töne höre und für andere taub ist. Bei den auf den tieferen Entwicklungsstufen stehenden Thieren sehen wir einen so einfachen Bau der Gehörorgane, daß durch dieselben keine große Verschiedenartigkeit der Wirkung auf die Gehörnerven hervorgebracht werden kann, so daß es wahrscheinlich ist, daß diese Thiere nicht viele Töne klar unterscheiden, sondern die verschiedenartigsten Schallwellen mehr als unbestimmtes Geräusch wahrnehmen. Bei den höheren Thieren, namentlich dem Menschen, bestehen aber so verschiedenartige Einrichtungen, daß schon aus ihnen auf das Vermögen, die Schallschwingungen scharf von einander getrennt zum empfindenden Nerven zu leiten, geschlossen werden darf. Um diesen Gedanken deutlicher auszudrücken, vergleiche ich das Gehörorgan mit den musikalischen Instrumenten selbst. Besitzen wir z. B. ein Saiteninstrument, welches nur mit einer Saite bespannt ist, so wird jede Erschütterung des Instrumentes, welche überhaupt die Saite in Schwingungen zu versetzen im Stande ist, immer nur einen und denselben Ton uns zuführen. Würde das Gehörorgan eines Thieres diese einfache Construction haben, so wäre das Thier gänzlich unfähig, die verschiedenen Töne der Tonleiter zu unterscheiden, und würde nur immer die nämliche Art des Lautes vernehmen, sobald die Saite in Schwingungen gesetzt wird. Sind wir dagegen im Besitze einer

gut besaiteten Aeolsharfe, so hören wir verschiedenartige Töne und ganze Accorde, je nachdem der Stoß der Luft die großen oder die kleinen Saiten oder mehrere zugleich in schwingende Bewegung setzt. Bei einem Klaviere nehmen wir sehr deutlich wahr, daß die verschiedenen Saiten bei den sie treffenden Tönen einer Musik leicht mitschwingen, nämlich gerade diejenigen Saiten in Bewegung gesetzt werden, deren Schwingungen mit der Größe der Schallschwingungen eines bestimmten Tones übereinstimmen. Würde also ein Gehörorgan eine Einrichtung besitzen, welche etwa derjenigen eines Klavieres zu vergleichen wäre, und würden die einzelnen Saiten mit Nervenfädchen in Verbindung stehen, so würde ein Thier, im Besitze desselben, im Stande sein, sehr verschiedenartig schwingende Bewegungen in der Luft, dem Wasser und den festen Körpern zu unterscheiden.

Bei den niedersten Thieren, bei welchen ein Gehörorgan gefunden wird, besteht dasselbe nur in einem häutigen, mit Wasser gefüllten Säckchen (Labyrinth), in welchem sich meistens Otolithen (Gehörsteine) befinden, und auf welchem sich der Gehörnerve ausbreitet. Besondere zuleitende Organe, namentlich ein Trommelfell, sind nur da angebracht, wo das Ohr bestimmt ist, Schallwellen aus der Luft aufzunehmen. Wo diese bei Thieren, welche in der Luft leben, fehlen, wie namentlich bei Schnecken, ist zu vermuthen, daß dieselben die durch die Luft getragenen Töne nicht wahrnehmen, sondern nur die durch die Erde und die Pflanzen, auf welchen sie sitzen, sich fortpflanzenden Schallwellen empfinden. Bei derartigen Thieren wird die durch die Schallwellen bewirkte Bewegung durch die festen Theile des Körpers bis zu dem Labyrinthe geleitet und dem Labyrinthwasser und den Otolithen mitgetheilt, welche einen entsprechenden Eindruck auf den Gehörnerven machen. Es ist nicht anders denkbar, als daß dieser Eindruck nur ein sehr einfacher sein kann, und wahrscheinlich nur in der Erregung

eines unbestimmten Geräusches besteht, welches nur quantitative Verschiedenheiten zeigt. Bei höher organisirten Thieren besteht das Labyrinth nicht mehr in einem einfachen Säckchen, sondern in Abtheilungen von verschiedener Form und Durchmesser, in welchem noch außerdem Membranen ausgespannt sind, auf welchen Zweigchen des Gehörnervens sich verbreiten. Durch diese Einrichtung wird bewirkt, daß große Schallwellen in einer breiten Wassermasse mit den darin befindlichen Otholiten eine große Bewegung und in verhältnißmäßig langen Fäden der Schallmembranen beträchtliche Schwingungen, und kleine Schallwellen in sehr schmalen Wassersäulen und in sehr kurzen Fäden der Schallmembranen kleine und schnelle Schwingungen veranlassen können, was in den hierdurch erschütterten Zweigchen des Gehörnervens ohne Zweifel entsprechende Bewegungen hervorbringt. Das einfache Labyrinth bleibt, mit geringen Modificationen, durch sämmtliche Klassen der wirbellosen Thiere hindurch, der Typus der Organisation des Gehörorganes, so, daß man annehmen muß, sämmtliche Thiere dieser Klassen vermögen nicht viele Töne zu unterscheiden. Vielleicht treten schon einige Verschiedenheiten deutlicher bei denen Thieren hervor, in welchen das Labyrinth nicht mehr ganz rund ist, sondern in einem sich zuspitzenden Säckchen besteht. Erst bei den Fischen finden sich von der Höhle des Labyrinthes (Vestibulum) auslaufende und in dieselbe wieder zurückführende halbzirkelförmige Kanäle vor; die Schnecke fehlt aber noch gänzlich. Diese Kanäle, in der Regel drei an der Zahl, sind so eingerichtet, daß nicht jeder einzeln an beiden Enden in das Vestibulum, also im Ganzen mit sechs Oeffnungen, übergeht, sondern daß sie zum Theil zusammenfließen. Hierdurch werden weitere Räume gebildet, in denen die häutigen Kanäle zu den s. g. Ampullen (Flaschen) angeschwollen sind, auf welche insbesondere die Nervenzweige sich begeben. Es besitzen also die

Fische schon solche Einrichtungen, daß schon eine größere Verschiedenheit der Schallwellen, als dieses namentlich noch bei den Insekten der Fall ist, durch entsprechende mitschwingende Theile, in den sich hier vertheilenden Zweigen des Gehörnervens empfunden werden kann. Auf der den Fischen zukommenden Entwicklungsstufe steht das Gehörorgan bei den nackten Amphibien; es erhebt sich aber dasselbe mehr oder weniger zu der der Vögel bei den beschuppten Amphibien, namentlich dem Krokodile.

Zu den bis jetzt genannten Theilen des Labyrinthes tritt nun aber ein, wie es scheint, die Töne noch mehr differenzirender Theil hinzu, die Schnecke. Bei den Vögeln ist die Schnecke zwar noch nicht so entwickelt, wie bei den Säugethieren und insbesondere dem Menschen, aber es befindet sich doch schon in ihr, zwar mit Mangel der Spiralplatte (Lamina spiralis), eine den konischen Schneckenraum in zwei Abtheilungen spaltende Haut, auf welcher der Gehörnerve sich verzweigt, so daß auf den zwei Seiten derselben die Schallwellen heraufzusteigen vermögen, die vom Vestibulum kommenden, und die vom runden Fenster, also unmittelbar aus der Trommelhöhle anlangenden. Die Vögel besitzen schon eine solche Fähigkeit, die Schallwellen zu isoliren, daß selbst einige davon im Stande sind, die Gesangsweise anderer Vögel nachzuahmen und Melodieen zu erlernen. Eine besonders sinnreiche Einrichtung hat das Labyrinth der Säugethiere und insbesondere des Menschen dadurch erhalten, daß die die Schnecke in zwei Theile trennende Haut in dem konischen Schneckenraum in Windungen (spiralförmig) hinaufsteigt. Wenn wir annehmen können, daß die die Wendeltreppe bildenden Hautfasern, welche am Eingang der Treppe über einen sehr breiten, und am zugespitzten Ende derselben über einen ganz schmalen Raum gespannt sind, ähnlich den Saiten des Klaviers, von welchen bei tiefen Tönen die längeren und bei hohen die kürzeren mitschwingen, bei der

Ankunft der Schallwellen in eine schwingende Bewegung gesetzt werden, und daß die, beide Spiralräume füllende, Flüssigkeit bei den verschiedenen Schallwellen in der Weise in Bewegung gesetzt wird, daß bei den kleinen und schnellen Schallwellen die die Spitze der Spirale füllende Flüssigkeit schwingt und also an den oberen Theil der Haut anschlägt, und die großen Schallwellen sich in den breiteren Wasserschichten brechen und also den unteren Theil der Spirale treffen, so werden wir uns vorzustellen im Stande sein, daß die auf der Lamina spiralis gelagerten Zweige des Gehörnervens die feinsten Verschiedenheiten der Töne empfinden müssen.

Wenn aus den Versuchen Sawart's hervorgeht, daß der tiefste Ton, den wir hören, ein solcher ist, welcher sieben Schwingungen in der Secunde, und der höchste ein solcher, welcher 24000 Schwingungen hat, so erkennen wir hieraus, daß dem menschlichen Gehörsinn Grenzen, wenn auch sehr weite, für seine Wahrnehmungen gesetzt sind. Sehen wir nun bei niederen Thieren Gehörwerkzeuge, welche keine so große Verschiedenheiten in den Aufnahmswerkzeugen der Schallwellen besitzen, wie im menschlichen Ohr zwischen dem weiten Vestibulum und der Spitze der Schnecke besteht, so wird es uns wahrscheinlich, daß manche Thiere die Töne nur in einem sehr beschränkten Umfange wahrnehmen. Es ist z. B. möglich, daß bei den Insekten das einfache Labyrinth so construirt ist, daß dessen Fasern nur bei hohen, schrillenden Tönen, welche manche dieser Thiere erzeugen, in schwingende Bewegung gerathen, und daß namentlich die kleineren Insekten hohe Töne hören, welche das menschliche Ohr nicht mehr wahrnimmt, und daß sie dagegen tiefe Töne, z. B. das Rollen des Donners und den Donner der Kanonen gar nicht vernehmen.

Ich begnüge mich hier, auf die wesentlichsten Verschiedenheiten im Baue des Gehörorgans bei verschiedenen Thieren

hingewiesen zu haben, nämlich auf diejenigen, durch welche die Einwirkung der Schallwellen auf die Gehörnerven dem Bedürfnisse jedes einzelnen Thieres angepaßt wird. Eine große Verschiedenheit und dieselbe Zweckmäßigkeit herrscht auch in den, die Schallwellen zuleitenden Organen. Der dieser Schrift zugemessene enge Raum gestattet mir aber nur noch, dem Leser derselben eine kurze Darstellung von der Entstehung der Gehörswahrnehmungen, wie sie durch das menschliche Ohr vermittelt wird, zu geben.

In einem tönenden Körper finden Schwingungen statt, welche zwischen der Zahl 7 und 24000 liegen. Die tiefen Töne werden durch die langsamen, die hohen durch die schnellen Schwingungen erzeugt. (Die Musik benutzt nur die Töne, welche aus Schwingungen zwischen den Zahlen 165 und 2112 liegen). Diese Schwingungen vermögen sich sowohl durch feste und tropfbar flüssige Substanzen, als auch durch die Luft fortzupflanzen. Durch erstere vernehmen wir z. B. die Töne, wenn wir das Ende einer Stimmgabel zwischen die Zähne nehmen, in welchem Falle die Schallwellen durch unsere Zähne und die Knochen des Kopfes sich ausbreiten, und auf diese Weise das Labyrinth und durch dasselbe die Ausbreitung des Gehörnervens erreichen. Die Fortpflanzung der Schallwellen durch die Luft ist es, was in den gewöhnlichen Fällen unsere Gehörsempfindungen veranlaßt. — Gelangen Schallwellen durch die Luft an das äußere Ohr, so dringt ein Theil derselben unmittelbar in den äußeren Gehörgang ein, ein anderer Theil wird von dem äußeren Ohr, der Ohrmuschel, aufgefangen und in den Gehörgang geleitet. Am Ende des die Schallwellen concentrirenden äußeren Gehörganges ist das Trommelfell ausgespannt, welches durch dieselben in eine schwingende Bewegung gesetzt wird. Diese Bewegung des Trommelfelles theilt sich sowohl den an dasselbe angehefteten Gehörknöchelchen, als

der hinter dem Trommelfell, in dem Raume zwischen diesem und dem Labyrinthe, der Paukenhöhle, angesammelten Luft mit. Die Gehörknöchelchen, drei an der Zahl, hängen in einer Reihe mittelst feiner Gelenke an einander und sind mit kleinen Muskeln versehen, so daß das Trommelfell in den Zustand größerer und kleinerer Spannung versetzt werden kann. An dem Trommelfell selbst und zwar in der Mitte desselben angeheftet ist der s. g. Hammer, dieser paßt in eine Vertiefung des Ambos und dieser steht mit dem oberen Ende des Steigbügels in Verbindung, welcher mit seinem Fußtritt (Basis) auf dem eirunden Fenster des Labyrinthes aufsitzt. Auf diese Weise gehen die Schallwellen der Luft zuerst an feste Theile, an das Trommelfell und an die Gehörknöchelchen, und von diesen sodann durch das eirunde Fenster auf eine tropfbare Flüssigkeit, das Labyrinthwasser, über. — Der zweite Weg, welchen die Schallwellen von dem Trommelfelle aus nehmen, der durch die in der Paukenhöhle enthaltene Luft, ist, wie es scheint, der weniger gut leitende. Die Paukenhöhle steht durch die eustachische Röhre mit der Mundhöhle in Verbindung, wodurch der atmosphärischen Luft der Zutritt in diese Höhle gestattet und also dieselbe mit Luft erfüllt wird. Die Schallwellen gehen hier, nachdem sie von dem Trommelfell der Luft in der Paukenhöhle mitgetheilt sind, von dieser auf die das runde Loch schließende Membran über, und theilen sich von dieser der Flüssigkeit, welche das Labyrinth erfüllt, mit.

In dem Labyrinthe pflanzen sich die Schallwellen durch die Labyrinthflüssigkeit unter Mitwirkung der Otolithen, wie es scheint, in der Weise fort, daß die verschiedenen Arten der Wellen, von den verschiedenen Zweigen des Gehörnervens isolirt wahrgenommen werden können. Wahrscheinlich werden die höchsten Töne in der Spitze der Schnecke und die niedersten in den Ampullen der halbzirkelförmigen Kanäle und in dem

Vestibulum selbst gehört. Auch die Qualität wird wohl eine verschiedene sein, je nachdem die Zweige des Gehörnervens unmittelbar durch die Bewegung des Labyrinthwassers und der Otolithen getroffen oder blos durch die Bewegung der Haut, auf der sie liegen, erregt werden.

Der Gesichtssinn. Wie wir in unsern bisherigen Untersuchungen über die Sinnesorgane der Thiere gefunden haben, hat die Natur mehrere, den Eigenschaften der äußeren Gegenstände entsprechende, Einrichtungen im Körper hergestellt, durch welche, vermittelst Veränderungen, die im Körper an diesen Stellen durch die äußeren Gegenstände hervorgebracht werden, die denkende Kraft angeregt wird, welche sich hiernach eine entsprechende Vorstellung von diesen Gegenständen bildet. Die feinsten, durch die äußern Einflüsse veranlaßten Veränderungen, welche bis jetzt Gegenstand unserer Forschung gewesen sind, sind die durch Schallwellen im Gehörnerven hervorgebrachte Thätigkeiten, welche der denkenden Kraft in den Centraltheilen des Nervensystems als das wunderbare Reich der Töne erscheinen. Jetzt sind wir gezwungen, zur Untersuchung von noch feineren Gegenständen überzugehen. Wir werden aber hier noch mehr die Einrichtungen des Organismus zu bewundern Gelegenheit haben; denn hier handelt es sich nicht mehr um die Wirkung von Schwingungen der Materie von höchstens 24000 in der Secunde und die Fortleitung derselben durch die Nerven bis zum Sitze der denkenden Kraft, sondern um solche von wenigstens 420 Billionen und selbst solchen von ungefähr 800 Billionen in der Secunde. — Die Wirkungen des Lichtes, also der so eben bezeichneten Aetherschwingungen, sind auf die chemischen Prozesse im Körper bei den Pflanzen und den Thieren, keine unbeträchtliche, und es ist also bei den Thieren, welche einer freiwilligen Ortsveränderung fähig sind, nothwendig, daß sie eine Empfindung für das Licht haben, damit sie nach

Umständen das Licht aufsuchen und dasselbe vermeiden können. Dieses Bedürfniß macht noch kein besonderes, für die Aufnahme der Lichtwellen bestimmtes Organ nothwendig, sondern es genügt, daß das Gemeingefühl hierfür empfindlich sei, in welchem Falle die Thiere dem Lichteinfluß zu folgen vermögen (wie es auch wahrscheinlich ist, daß manche Thiere, namentlich Wanderthiere, vermittelst des Gemeingefühls die Veränderungen in den electrischen und magnetischen Verhältnissen erkennen). Wo das Thier durch eine Vorrichtung, z. B. durch einzelne, für das Licht besonders empfindliche Hautstellen, vielleicht mit eigenthümlichem Nerven, eine deutlichere Lichtemfindung besitzt, dient die Wahrnehmung des Lichtes, wenn auch die Gegenstände noch nicht erkannt werden können, doch zur Wahrnehmung des Vorhandenseins eines festen Körpers, indem in bestimmter Richtung ein Schatten vor das Licht tritt, was die Aufmerksamkeit des Thieres wecken und dasselbe auffordern kann, sich seiner Tastwerkzeuge zu bedienen. Bei den Thieren aber, bei welchen der Sehapparat schon eine so vollkommene Einrichtung erhalten hat, daß die Thiere die Gegenstände in Farbe und Form unterscheiden können, dient der Gesichtssinn zu vielen Lebenszwecken. Er führt das Thier seinen Nahrungsmitteln nach und zu seiner Wohnung, zeigt ihm die nahende Gefahr, und läßt es überhaupt die Außenwelt deutlicher wahrnehmen, was zur Bildung von Vorstellungen führt, und daher ein Mittel ist, das Thier auf eine höhere Stufe geistiger Entwicklung zu erheben. Bei dem Menschen gewährt die Stellung der Augen im vorderen Theile des Gesichtes, so daß die Axen beider concentrisch gestellt werden können (was übrigens auch bei den Affen der Fall ist) den Vortheil, daß das Bild eines Gegenstandes mit beiden Augen zugleich aufgenommen werden kann, und durch die Fixirung der Augen auf einen Punkt die Einwirkung der übrigen Gegenstände verhütet und das Sehver-

mögen auf einen kleinen Kreis beschränkt werden kann, was die Concentrirung der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Gegenstand sehr begünstiget. Der aufrechte Gang des Menschen und die Leichtigkeit, womit er seinen Blick selbst nach oben richten kann, gewöhnt ihn daran, nicht blos die Gegenstände der nächsten Umgebung zu betrachten, sondern auch seinen Blick und mit ihm seine Gedanken in den weiten Weltraum zu senken. Der Gesichtssinn und das Gehör sind die Sinne, welche vorzüglich auf das Seelenleben Bezug haben und zur höheren geistigen Entwicklung wesentlich beitragen.

Die ersten Unternehmungen der Natur, für die Lichtwellen ein eigenes Empfindungsorgan zu bilden, sehen wir an den Thieren, an welchen die Augen nur Pigmentanhäufungen sind. Es stellen sich diese Gebilde unzweifelhaft als Augen dar, wenn sie an denselben Stellen liegen, an welchen sich bei nahe verwandten Thieren vollkommen entwickelte Augen befinden, und wenn der nämliche Nerve zu diesen Pigmentflecken geht, welcher bei verwandten Thieren den Sehnerven darstellt. Solche Thiere können nur eine Empfindung von Licht haben, aber in keinem Falle Gegenstände erkennen. — Wollte die Natur die einfache Lichtempfindung zu dem Vermögen, die Gegenstände zu unterscheiden, steigern, so mußte sie Mittel finden, das Bild des kleinsten Gegenstandes isolirt auf den Nerven fallen zu lassen; denn so lange das Auge ohne solche Apparate ist, fallen von allen Gegenständen der Umgebung Lichtstrahlen auf dieselbe Stelle, was ein Vermischen aller Lichtwellen zu der einfachen Lichtempfindung zur Folge haben muß. Ein Mittel hierzu hat die Natur bei niedereren Thieren dadurch ergriffen, daß sie das Auge aus einer großen Anzahl Krystallkegel zusammensetzte, von welchen jeder Kegel auf den Seiten mit schwarzem Pigmente versehen ist und an seiner, nach dem Centrum sich wendenden Spitze mit dem Sehnerven in Verbindung steht. Hierdurch wird

bewirkt, daß alle, von der Seite auf die vordere Fläche des Krystallkegels fallenden Lichtstrahlen das schwarze Pigment treffen und von diesem absorbirt werden, und also nur die gerade eindringenden Lichtwellen zu dem Sehnerven gelangen. Indem z. B. in einem Auge der gewöhnlichen Fliege 5000 solcher Kegel sich befinden, ist das Auge im Stande 5000 verschiedenartige Lichteindrücke und somit ein Mosaikbildchen von den äußeren Gegenständen aufzunehmen; da aber auch selbst diese feinen Krystallkegel zu grob sind, um die neben einander eindringen Lichtwellen verschiedener Farben getrennt zu halten, so kann es nicht fehlen, daß hier noch die Bilder der äußeren Gegenstände sehr unbestimmt erscheinen, was man zum Theil auch in dem Benehmen der Thiere mit solchen Augen erkennt. Es ist z. B. mit Sicherheit anzunehmen, daß die Fliege die feinen Fäden des Spinnengewebes, wenigstens aus einiger Entfernung, nicht zu erkennen vermag, denn sonst würde sie nicht mitten durch dasselbe ihren Weg nehmen.

Ein anderes Mittel, dessen sich die Natur bedient, um die Lichtstrahlen zu isoliren, sind die biconvexen krystallähnlichen Körper, welche entweder als einfache Linsen, oder als Linsen, welche mit einem zweiten, die Lichtstrahlen brechenden Körper, dem Krystallkörper, zusammengefügt sind, ähnlich den achromatischen Gläsern, und über welchen die unter der convexen Hornhaut angesammelte, also auch die Lichtstrahlen brechende, Flüssigkeit steht, auf den Sehnerven gesetzt sind. Indem das schwarze Pigment auf der Oberfläche dieser die Lichtstrahlen brechenden Körper liegt, und dem Lichte nur einen kleinen Raum zum Durchgang gestattet, welchen oft auch eine eigene Haut, die Regenbogenhaut, bestimmt, in welcher eine centrale Oeffnung sich befindet, wird ein großer Theil der von der Außenwelt auf das Auge fallenden Lichtwellen an dem Eindringen gehindert, und es werden auch hierdurch die durchdringenden Lichtstrahlen des zu betrach-

tenden Bildes schon mehr oder weniger isolirt, indem nicht der ganze Kegel, der von einem Lichtpunkte ausgehenden Strahlen durch die enge Oeffnung dringt. Die scharfe Isolirung der Lichtwellen wird aber durch den biconvexen, also die Lichtstrahlen concentrisch brechenden, durchsichtigen Körper bewirkt, indem sämmtliche, durch die kleine Oeffnung dringenden, auseinander weichenden Strahlen eines Lichtkegels durch diesen Apparat immer auf einen Punkt geworfen werden, und also sämmtliche Lichtpunkte des äußeren Gegenstandes der Reihenfolge nach innen wieder erscheinen und auf diese Weise ein Bildchen von dem betrachtenden Gegenstande hervorbringen, welches aber, da die Lichtstrahlen immer auf die entgegengesetzte Seite fallen, stets in umgekehrter Stellung erscheint.

Bei manchen Thieren ist diese Einrichtung noch unvollkommen. Theils ist nur eine einfache Linse vorhanden und kein achromatischer Apparat; es fehlt die Regenbogenhaut, wodurch die die Lichtstrahlen zulassende, enge Oeffnung nach Umständen erweitert und verengert werden kann, und die Oeffnung ist nur durch den Mangel des schwarzen Pigmentes am vorderen Theile der die Lichtstrahlen brechenden Körper gebildet; ferner sind die Einrichtungen nicht vorhanden, wodurch die brechende Kraft der durchsichtigen Theile nach Größe und Entfernung des Gegenstandes eingerichtet wird (Accomodation des Auges), und es vermögen also nur Gegenstände in bestimmter Nähe des Auges ein klares Bild auf die Netzhaut zu werfen, während bei anderen der Vereinigungspunkt der Strahlen vor oder hinter die Netzhaut fällt, und also nur ein undeutliches Bildchen oder gar keines auf derselben hervorgebracht wird; endlich sind auch die Augen oft wenig oder gar nicht beweglich und es kann daher, wenn das Thier nicht die Stellung des ganzen Körpers verändert, das Auge nicht in die Richtung gebracht werden, welche zur Wahrnehmung eines Gegenstandes noth-

wendig ist. Thiere mit unvollkommenem Linsenapparate sehen zwar wahrscheinlich einzelne Gegenstände schärfer, als es Thiere mit Augen von Krystallkegeln vermögen, viele Gegenstände aber, selbst wenn dieselben ihre Lichtstrahlen durch die Eingangsöffnung werfen, sehen sie gewiß nur unvollkommen und selbst gar nicht, wenn nämlich das durch die Lichtbrechung ermöglichte Bildchen nur undeutlich oder gar nicht auf der Fläche der Netzhaut ausgedrückt wird. — In den höher organisirten Augen, namentlich dem menschlichen Auge, sind Einrichtungen angebracht, wodurch immer ein scharf gezeichnetes Bild von dem betrachteten Gegenstande auf die Ausbreitung des Sehnervens geworfen wird.

Im Allgemeinen steigt wohl die größere Vollkommenheit des Sehorgans mit der größeren Vollkommenheit des Thieres im Ganzen, doch erleidet die Regel bedeutende Ausnahmen, indem z. B. die Cephalopoden, zu den Mollusken gehörend, schon sehr vollkommene Augen besitzen, während es Fische und Amphibien gibt, zwar nur einige wenige Arten, welche nur rudimentäre Sehorgane besitzen. — Zuweilen ist übrigens die Vollkommenheit der Organisation durch die Zahl der Augen ersetzt; ja es gibt auch Fälle, in welchen für verschiedenartige Zwecke verschieden organisirte Augen vorhanden sind. So z. B. haben die Spinnen zweierlei Augen, mittlere, nach vorn und außen gerichtete, größere Augen, welche wahrscheinlich ein größeres Gesichtsfeld darbieten und mehr in die Ferne sehen, und seitliche kleinere Augen, welche wahrscheinlich nur zur Erkennung der zunächst liegenden Gegenstände dienen.

Eine interessante Thatsache ist es, daß in den, mit einer Linse versehenen Augen das Bild immer verkehrt auf die Nervenhaut fällt, und wir doch den Gegenstand in seiner rechten Lage sehen. Es findet dieses Räthsel wohl in folgendem seine Aufklärung: Die denkende Kraft nimmt nicht die äußeren

Gegenstände, ja nicht einmal die in dem Sinnesorgan hervorgebrachten Abdrücke derselben unmittelbar wahr, sondern allein die in den Centralenden der Sinnesnerven bewirkten Veränderungen, so daß es z. B. geschehen kann, daß ein Individuum vermittelst eines Sinnesorganes, welches gar nicht mehr existirt, weil es z. B. durch eine Verwundung zerstört wurde, eine Wahrnehmung zu machen glaubt, weil nämlich in den Centralenden der Nerven bestimmte Veränderungen vorgehen, welche die denkende Kraft erkennt und (nach dem Gesetze der excentrischen oder peripherischen Erscheinung) nach außen verlegt. So kann es auch vorkommen, daß die peripherischen Enden bestimmter Nerven auf eine ganz andere Stelle verlegt werden, z. B. bei der künstlichen Versetzung der Stirnhaut auf die Stelle der Nase bei der Operation der Nasenbildung (Rhinoplastik), und das Individuum die auf die verpflanzte peripherische Nervenenden gemachte Eindrücke als auf die Stelle, an welcher sie ursprünglich lagen, unternommen ansieht, und z. B. nach der Operation der künstlichen Nasenbildung, wenn es an der Nase gekizelt wird, nicht an dieser, sondern an der Stirne kratzt. So nimmt auch die denkende Kraft durch den Gesichtssinn nur diejenigen Veränderungen, die in den centralen Theilen des Nervens vor sich gehen, wahr, und also Veränderungen, die ganz und gar an die daselbst stattfindende Art der Lagerung der Nervenprimitivfäden gebunden sind. Nun geschieht es aber, daß bei der Entwicklung des Thieres im Eie, die gemeinschaftliche Bildungsmasse beider Augen sich spaltet, und zwischen den beiden Keimen der Augen andere Gebilde emporwachsen, wobei allem Anscheine nach die Augen eine theilweise Drehung um ihre Axe machen, (wie auch solche Axendrehungen bei anderen Organen, namentlich den Füßen stattfinden). Hierdurch muß nothwendiger Weise das peripherische Ende des Sehnervens ebenfalls um die Axe gedreht werden, in dem Gehirne aber

bleiben sämmtliche Fasern ganz in ihrer ursprünglichen Art der Reihenfolge, weil diese Axendrehung im Gehirne nicht stattfindet. Hieraus folgt, daß wenn ein Eindruck auf ein Fäserchen des Sehnervens, das rechts im Auge liegt, gemacht wird, dieser Eindruck an der betreffenden Stelle des Gehirnes nicht rechts sondern links empfunden wird, und wenn eine Lichteinwirkung auf ein links liegendes Nervenfädchen stattfindet, dieses im Gehirne nicht links, sondern rechts wahrgenommen wird, daß also das auf die Nervenhaut geworfene Bildchen verkehrt im Gehirne sich abdrückt, und demnach die äußern Gegenstände, welche im verkehrten Bilde auf der Nervenhaut erscheinen, im Gehirne selbst, in dem dort sich bildenden Eindruck, wieder ihre rechte Stelle einnehmen. Um diesen Gedanken möglichst klar zu machen, erlaube ich mir, denselben noch durch eine Vergleichung zu erläutern. In den Gasthöfen befindet sich häufig, an irgend einer Stelle angebracht, eine Reihe von Perpendikeln oder der Schwingung fähigen Federn, von welchen jedes einzelne Stück mit der Klingel eines bestimmten Zimmers durch Drähte in Verbindung steht. Indem das Anziehen der Klingel den betreffenden Perpendikel oder die Feder in Bewegung setzt, erkennt nun der Kellner an dieser Stelle immer, nach welchem Zimmer hin er gerufen wird. Man stelle sich aber vor, die peripherischen Enden der Drähte würden verwechselt, so daß der Draht der Feder von Nro. 1 in das Zimmer von Nro. 24 und der von Nro. 24 in das Zimmer Nro. 1 u. s. w. gelegt werden, und es würden die Klingeln in Bewegung gesetzt, so würde der Kellner beim Anziehen des Klingelzuges vom ersten Zimmer sich nicht dahin, sondern in das Zimmer von Nro. 24 und umgekehrt begeben, weil er nur nach den Bewegungen in jenen centrischen Apparaten sich richtet, und die geschehene Vertauschung der peripherischen Enden der Drähte nicht kennt.

Es ist uns hier von Neuem ein Beispiel jener wundersamen Vorgänge gegeben, die nach menschlichem Urtheile nur durch Voraussicht und durch die klügste Berechnung bestimmt werden können. Nach der unabweislichen Wirkung der Gesetze der Optik können die durchsichtigen Theile des Auges nur ein verkehrt stehendes Bild auf der Nervenhaut hervorbringen; aber schon bei den ersten Bildungsvorgängen findet eine Umdrehung der Augkeime um ihre Axe statt, wobei die centralen Enden der Bahnen des Sehnervens an ihrer Stelle bleiben und also der Nerve gequirlt wird, und das Bild des äußeren Gegenstandes erscheint der denkenden Kraft in der richtigen Stellung.

Der noch am Wenigsten durch die Wissenschaft ins Klare gestellte Theil von den, bei dem Sehen stattfindenden Vorgängen sind die durch die Lichtwellen in dem Sehnerven bewirkten Veränderungen. Wenn wir übrigens das durch die Versuche von Dubois bewiesene Vorhandensein von electromotorischen Strömungen in den Nerven und die bei den electrischen Bewegungen vorkommenden Lichterscheinungen, unter Andern die durch die Electricität hervorgebrachten Hauchbilder, in Betrachtung ziehen, so werden wir wohl eine, wenn auch dunkle, Vorstellung von den in dem Nerven bei den Prozessen des Sehens stattfindenden Vorgängen uns bilden können.

Das menschliche Auge besteht aus den schon bezeichneten Haupttheilen der mit Linsen ausgestatteten Sehapparate und ist mit mehreren Vorrichtungen versehen, durch welche es zu einem sehr vielseitigen Gebrauch tauglich gemacht ist. In einen beinahe kuglichten, durchsichtigen Körper, von einer schleimartigen, jedoch halbfesten Masse, dem Glaskörper, ist vorn ein biconvexer, noch festerer, durchsichtiger Körper, die Linse, eingesetzt, welcher aus mikroscopisch kleinen, strahlenförmig zusammenlaufenden, platten, sechsseitigen, mit einer zähen,

eiweißartigen Substanz gefüllten Röhren, den Linsenfasern, besteht. Ueber dieser Verbindung der Linse mit dem Glaskörper (einer achromatischen Linse) steht, zur Seite ringsum von derselben durch die Regenbogenhaut getrennt, die wässerige Augenflüssigkeit, welche nach vorn durch die, convex über dieselbe gewölbte, durchsichtige Hornhaut zusammengehalten ist. Die Linse ist in eine durchsichtige Haut, die Linsenkapsel, eingeschlossen, und der Glaskörper von einer sehr zarten Haut, der Glashaut, umgeben. Diese, das Licht brechenden Theile werfen das Licht auf die auf der hinteren Wölbung des Glaskörpers ausgebreitete Nervenhaut oder Netzhaut und bringen hier ein Bildchen vom äußeren Gegenstand hervor. Diese Nervenhaut besteht aus mehreren Schichten verschiedenartiger Gewebetheile, von welchen die für uns wichtigsten folgende sind: Nach innen, also dem Glaskörper zunächst, liegt die eigentliche Nervenhaut, nämlich die Ausbreitung der Nervenbahnen vom Sehnerven, welcher Nerve die Häute des Auges durchbricht und, von hinten in das Aug eindringend, bis zum Glaskörper gelangt. Diese Schichte der Nerven- oder Netzhaut ist es jedenfalls, von welcher aus der, durch das Lichtbildchen in der Netzhaut hervorgebrachte, Eindruck durch die Bahnen des Sehnervens zum Gehirne fortgepflanzt wird. Hinter dieser Hautschichte liegt eine Schichte grauer Nervensubstanz (ähnlich der grauen Substanz des Gehirnes) und hinter dieser eine Schichte mosaikartig an einander gereihter Stäbchen, die Stäbchenschichte, über welche man noch nicht fester Meinung ist, ob sie zu den Nervengebilden gehöre, oder ein Gebilde eigener Art darstelle. Die Stäbchenschichte steht auf dem schwarzen Pigment der Gefäßhaut des Auges (Tunica choroidea) auf. Da die ganze Nervenhaut sehr durchscheinend, beinahe durchsichtig ist, so ist es klar, daß ein Theil der Lichtwellen bis zum schwarzen Pigmente gelangen muß, wo derselbe absorbirt wird; es ist aber ebenfalls

einleuchtend, daß hinter der Ausbreitung der Bahnen des Sehnervens noch eine große Bewegung von Lichtwellen stattfinden muß, wobei ein Theil der Lichtwellen reflectirt wird, und also von Neuem auf die Bahnen des Sehnervens geworfen wird. Wir finden demnach hier eine ähnliche Einrichtung wie in dem Gehörorgane; denn, wie dort in der Schnecke auf beiden Seiten der Wendeltreppe die Schallwellen hinaufsteigen und also dieselben den Gehörsnerven von beiden Seiten erregen, so wirken auch die Lichtwellen auf den Sehnerven von vorn und auf der Rückseite ein. Diese Einrichtung hat gewiß wichtige Zwecke, welche man übrigens noch nicht kennt. Vielleicht dient diese Einrichtung dazu, das Bild des äußeren Gegenstandes nicht blos in einer Fläche, also nur als flaches Bild, dem Sehnerven zu übergeben, sondern von verschiedenen Seiten und also als Körper ihm darzustellen. Insofern diese Ansicht richtig ist, liegt in diesen Vorrichtungen auch das Mittel, wodurch die denkende Kraft in den Stand gesetzt ist, die verschiedenen Entfernungen von einander zu unterscheiden. — Das Schicksal der Lichtstrahlen, welche durch die Stäbchenschichte hindurchgehen, und derjenigen, welche im Auge reflectirt werden, und nach außen ihre Richtung erhalten, ist ihre Absorption in der schwarzen Pigmentschichte, welche überall die durchsichtigen Theile mit Ausnahme der Stelle umzieht, an welcher die Lichtstrahlen in das Innere des Auges fallen.

Da die von einem Lichtpunkte ausgehenden Strahlenkegel ihre Strahlen, mit Ausnahme der centrischen, in einem viel schieferen Winkel auf die lichtbrechenden Theile des Auges werfen, wenn sie sehr nahe an das Auge gehalten werden, als wenn sie sehr ferne von demselben sind, so muß die Brechung der Lichtstrahlen in diesem Falle auch stärker sein, als wenn die Lichtwellen von einem entfernten Gegenstand zum Auge gelangen und also beinahe parallel auffallen. Die Brennpunkte

dieser Lichtkegel, und mithin das Lichtbildchen, werden also in dem ersteren Falle an einen andern Ort, als in dem letzteren fallen, und zwar mehr gegen den Mittelpunkt des Auges zu, während die Lichtstrahlen in dem letzteren Falle an der Stelle, wo die Nervenhaut liegt, noch nicht vereinigt sind, wenn nämlich die durchsichtigen Theile in beiden Fällen auf gleiche Weise die Lichtstrahlen brechen. Soll daher das Aug nahe und fern liegende Theile gut sehen können, so müssen ähnliche Vorrichtungen da sein, wie wir sie bei optischen Instrumenten, z. B. den Theaterperspectiven, finden, um sie bald auf nahe, bald auf ferne Gegenstände richten zu können. Solche Vorrichtungen, welche also die Lichtbrechungsfähigkeit des Auges dem Bedürfnisse anpassen (Accomodation des Auges) sind im menschlichen Auge mehrere vorhanden. Zunächst ist es unzweifelhaft, daß bei starker Wirkung der verschiedenen Augenmuskel die Form des Auges sich einigermaßen ändern müsse, indem in dem einen Fall die Cornea in erhöhtem Grade hervorgetrieben und in dem anderen mehr flach wird, und so auch das ganze Auge bald mehr oval, bald mehr kugelförmig oder selbst abgeplattet wird, was nothwendig eine Verschiedenheit in dem Grade der Lichtbrechung zur Folge haben muß. Sodann ist in Betrachtung zu ziehen, daß bei den verschiedenen Arten der Lichtwirkung die Regenbogenhaut sich mehr oder weniger lebhaft bewegt, und daß dieselbe mittelst des Ciliarkörpers und der Ciliarfortsätze mit der Linsenkapsel in Verbindung steht. Bei diesen Bewegungen der Regenbogenhaut muß also in dem einen Fall an der Linsenkapsel gezogen und sie dadurch dem Sehloch genähert werden, und vielleicht selbst durch die Dehnung der Linsenkapsel die Linse etwas flacher gemacht werden, und in dem anderen Falle die Linse mehr in das Auge zurücksinken u. s. w., was die Lichtbrechung wesentlich verändern muß. Es ist selbst denkbar, daß in der Linse selbst, welche, wie oben erwähnt wurde,

aus den sehr zahlreichen Linsenfasern zusammengesetzt ist, durch die verschiedenen Wirkungen der Lichtwellen Dimensionsveränderungen bewirkt werden, und also auch hierdurch zur Accomodation des Auges ein Beitrag geleistet wird.

Die erwähnten Theile des Auges, in welchen die Brechung der Lichtstrahlen und die Wirkung des Lichtbildchens auf den Sehnerven stattfinden, werden an der vorderen Augenkammer von der Hornhaut mit ihren verschiedenen, durchsichtigen Schichten und an der hinteren von folgenden Häuten begrenzt: Zunächst hinter der Nervenhaut liegt, wie schon erwähnt, die Gefäßhaut, durch welche, außer der Ernährung des Auges im Ganzen, insbesondere die Absonderung des schwarzen Pigmentes in dem ganzen Umfang des Krystallkörpers besorgt wird. Von den in die Regenbogenhaut und in den Ciliarkörper eindringenden Gefäßen wird auch schwarzes Pigment auf die hintere Fläche der ersteren und auf die Ciliarfortsätze abgelagert. Die äußere Schichte der Wandung der hinteren Augenkammer bildet die feste Augenhaut (Tunica sclerotica) eine sehnige Haut, welche dem ganzen Augapfel Haltung gibt, und in welche nach vorn in einen gefalzten Rand die Hornhaut eingefügt ist.

Die auf diese Weise construirten Augen liegen in den knöchernen Augenhöhlen und sind mehr oder weniger zur Seite und nach hinten von einem Fettpolster umgeben. An die Sclerotica heften sich die Augenmuskeln an, welche den Augen die von dem Willen bestimmte Richtung geben. (Die Bewegungen der Regenbogenhaut sind nicht von dem Willen, sondern von dem Lichtreiz abhängig). — Ueber die durchsichtigen Theile des Auges vermag das Individuum willkührlich eine Decke zu ziehen; nämlich durch Schließung der beiden Augenlieder. Durch die Absonderung der Thränen werden die durchsichtigen Theile feucht und die innere Fläche der Augenlieder schlüpfrich erhalten. — Die Thränen werden in den zwei Thränendrüsen

auf jeder Seite, welche am äußeren Winkel der Augenhöhle liegen, abgesondert; ihr Ueberschuß entleert sich durch die Thränenpunkte am inneren Winkel des unteren Augenliedes in das Thränenröhrchen und durch diesen in den Thränensack, und von ihm durch den Thränenkanal in die Nase. — Eine schleimig ölige Flüssigkeit, die Augenbutter, wird in den, längs den Augenliedrändern hinlaufenden Meibom'schen Drüsen und in der s. g. Thränencarunkel (einem röthlichen kleinen Körper, aus vielen Schleimsäckchen bestehend), abgesondert und dient sowohl dazu, die Augenlieder schlüpfrig, als auch die am Rande der Augenlieder befindlichen Haare weich zu erhalten. Diese Haare, die Augenwimpern, dienen als Tastorgane, durch welche die Augenlieder zeitig genug, um sich zu schließen und das Aug zu schützen, von einem dem Auge nahe gekommenen Körper benachrichtiget werden. Ueber dem oberen Rande der Augenhöhle zieht sich die Augenbraue hin. Dieser Wall von Haaren hält von dem Auge den von der Stirne fließenden Schweiß ab, und vermag dasselbe einigermaßen zu beschatten und auf diese Weise gegen die Sonnenstrahlen zu schützen.

Die Seelenthätigkeit.

Wir sind jetzt an dem Gegenstande angelangt, über welchem noch am Meisten Dunkel verbreitet ist, und welcher doch als der bei Weitem wichtigste von Allen angesehen werden muß. Der Medicinstudirende und der praktische Arzt, welcher die Physiologie benutzt, um den Plan zu einem rationellen Heilverfahren aufzustellen, kann die jetzt hier zur Erörterung kommenden Fragen größtentheils umgehen, weil nur wenige Krankheitsvorgänge in den Kreis des Seelenlebens hineingreifen, und die Behandlung meistens geordnet werden kann, ohne daß die Natur der psychischen Kräfte einer Untersuchung unterworfen werden muß. Die Lehrbücher der Physiologie, meistens den

praktischen Nutzen für Studirende und Aerzte vorzüglich nur verfolgend, umgehen auch beinahe vollständig die Erörterung über das psychische Leben. Anders sind die Bedürfnisse der Leser des vorliegenden Werkes; denn diese erwarten von der Physiologie die Lösung der wichtigsten aller Fragen von allen Zweigen des Wissens, die der Frage über unsere Bestimmung, und können wenigstens mit Recht verlangen, daß sich die Wissenschaft die Lösung derselben zur Aufgabe setze. Es stellt sich also die Frage über die Existenz der Seele und die unserer Bestimmung ganz fest in den Weg unserer Forschung.

Wenn wir nur die unmittelbare Beobachtung befragen, so erkennen wir, daß die geistige Thätigkeit ganz an die Organe geknüpft ist, und mit Zerstörung des Organs auch jede Spur desselben unserer Wahrnehmung entschwinde. Der Körper selbst löst sich in die Elemente auf, aus welchen die organischen Substanzen mit Hülfe des Pflanzenorganismus zusammengesetzt sind. Die hierdurch frei gewordenen Stoffe werden möglicher Weise von irgend welchen organisirten Körpern, zunächst von solchen aus dem Pflanzen- und sodann von solchen aus dem Thierreiche, an sich gezogen, und wandern auf diese Weise durch verschiedene Substanzen hindurch, bis sie wieder von Neuem sich in die Elemente auflösen. Dieser Stoffwechsel ist's allein, was die Wissenschaft durch das Experiment nachweisen kann. — Solche Resultate der wissenschaftlichen Forschung sind allerdings wenig geeignet, Dem, der nach den Zwecken der Schöpfung frägt und in sich selbst Wunsch und Hoffnung zu einer höheren Bestimmung trägt, Befriedigung zu gewähren. Es führen jedoch unsere Untersuchungen zu einem ganz anderen Ziele, wenn wir aus dem Bereiche der Detailforschung mehr hinaustreten und unsern Blick ebensowohl auf das große Ganze, als auf die einzelne Erscheinung, wenden, und der inductiven Forschungsmethode die ihr gebührende Geltung gewähren.

Das von mir über die Schöpfungsgeschichte Vorgetragene wird zeigen, daß es nicht blos eine Hypothese, sondern eine feststehende Thatsache ist, daß die Thierwelt in den verschiedenen Schöpfungsperioden, während eines Zeitraumes von Millionen von Jahren, sich in verschiedenen, neben einander laufenden Reihenfolgen zu höheren Entwicklungsstufen emporgeschoben habe, und zwar nicht in der Weise, daß die Natur aus den Elementen immer Höheres geschaffen, und gleichsam sich nur in der schöpferischen Kraft vervollkommnet habe, sondern daß materiell aus dem Vorhandenen das Höhere hervorgegangen sei. Müssen wir diesen Satz, für welchen ich genugsam Belege vorbringen werde, als richtig anerkennen, so ist es zwar nicht eine absolute Gewißheit, aber eine an Gewißheit streifende Wahrscheinlichkeit, daß das Naturgesetz, welches durch Millionen von Jahren seine Geltung behauptet hat, nicht jetzt mit einemmal außer Gültigkeit trete, sondern auch weiterhin wirke. Diese Betrachtung, für sich allein schon, macht es beinahe gewiß, daß das Menschengeschlecht wenigstens ebensowohl wie z. B. das der untergegangenen Sauriergeschlechter, über seine zeitliche Existenz hinaus wirke, und die Grundlage zu höheren Geschöpfen werde.

Sind wir bis zu dieser Annahme gelangt, (worüber jetzt schon das Kapitel über die Schöpfungsvorgänge vorläufig nachgelesen werden könnte), so haben wir schon festen Fuß für unsere Untersuchung gewonnen; denn jetzt werden wir berechtiget sein, nicht in dem Zerfallen des menschlichen Körpers in Humus, aus welchem Pflanzen und Thiere Nahrung schöpfen können, das ganze endliche Schicksal der Menschheit zu finden, sondern eine weitere Bestimmung derselben anzunehmen. Gehen wir nun dem weiteren Gedanken nach, daß wahrscheinlicher Weise, wenn auch in noch so ferner Zukunft, das bis jetzt von der Natur durchgeführte Emporheben der Thiergeschlechter auf

höhere Entwicklungsstufen, vermittelst des in die Schöpfungsperioden fallenden Generationswechsels der Keime, sein Ende erreichen werde, und vielleicht sogar das organische Leben auf der Erde erstarre, bevor die Erde selbst wieder in die Elemente sich auflöst, so müssen wir annehmen, wenn wir nicht das, durch so ungeheuere Zeiträume hindurch aufrecht erhaltene, Naturgesetz doch in seiner endlichen Wirkung als gänzlich verfehlt betrachten wollen, daß die Natur Mittel besitze, das durch Millionen von Jahren Erstrebte und Erreichte, wenigstens in den Hauptresultaten, zu retten und zu weiteren Zwecken zu benutzen. Diese Betrachtung muß zu der Annahme führen, daß außer den von einer Schöpfungsperiode in die andern übergehenden Thiereiern noch andere Elemente der belebten Körper, insbesondere des Menschen, für weitere Zwecke erhalten werden können.

Dieser Gedankenreihe tritt eine zweite entgegen und verbindet sich mit ihr, (die ich ebenfalls in dem Kapitel über die Schöpfungsvorgänge weiter ausführen und begründen werde) nämlich, daß nicht allein bei Erschaffung der Organismen und den großen, über die ganze organische Welt sich ausdehnenden Metamorphosen, während der verschiedenen Schöpfungsperioden die Erde eine mitwirkende Kraft gewesen sei, und sie selbst jedesmal in einer gesetzmäßigen Entwicklungsperiode sich befand, sondern daß diese Ereignisse mit organisirenden Bewegungen in größeren Abtheilungen des Weltraumes im Zusammenhang standen. Die Erde mit ihren Einzeltheilen ist nach diesen Untersuchungen ein Theil eines größeren organischen Ganzen und hängt nicht allein von demselben ab, sondern hat auch ihren bestimmten Werth in Beziehung auf das Ganze. Da aber jedenfalls durch die bisherigen Schöpfungsbewegungen ein Emporsteigen der Geschöpfe der Erde zu höherer geistiger Entwicklung bezweckt und erreicht wurde, und wohl in den

organischen Bewegungen im großen Ganzen kein höherer Zweck bestehen kann, als die Entfaltung des Seelenlebens im großen organischen Ganzen, so kann nicht anders angenommen werden, als daß der Werth der Erde in Beziehung auf das Ganze, wenigstens zum Theil, ihre Bedeutung als Keimstätte geistiger Wesen sei. — Ist dieses der Fall, so muß nothwendig das große Ganze auch die Mittel besitzen, das in diesen Keimstätten Erzeugte, namentlich in den Hauptresultaten, an sich zu ziehen und zu verwerthen.

Wenn die Physiologie auch nur bis zu dem Punkte unser Wissen führt, daß wir erkennen, daß die geistige Entwicklung mit materieller Grundlage des jeweils Vorhandenen von Stufe zu Stufe emporsteigt, so gewährt sie uns wenigstens einen Anhaltspunkt, über welchen wir nicht mehr zurücksinken werden, wenn wir etwa auf dem Wege der Hypothese weiter vorwärts dringen wollen und, in falscher Richtung gehend, wieder zurückzuweichen gezwungen sind. — Die Richtung, in welcher wir unsere Untersuchung fortzusetzen haben, scheint mir keine andere sein zu können, als die über die Existenz der Seele, als irgend einer Potenz, welche vom Körper getrennt, wenn auch nicht für sich bestehend, doch an irgend welches Substrat gebunden, fortzuwirken im Stande ist. Denn ist die Erde eine Keimstätte geistiger Wesen und soll sie als solche eine Bedeutung für das große Ganze haben, so muß ein Weg der Vermittlung zwischen der Erde und den weiteren Theilen des Weltraumes bestehen, und da nicht wohl angenommen werden kann, daß Thiereier einen Weg zu andern Himmelskörpern finden oder überhaupt irgendwo, außer dem Schooße der Erde, sich entwickeln, so rechtfertiget sich vor uns der Gedanke, daß die Seele selbst für sich fortbestehen könne, oder daß sie eine saamen- oder keimartige Natur besitze und unter irgend einer Verbindung und irgendwo zu einer höheren Entwicklungsstufe gelangen könne.

Ueber die Natur der Seele hinsichtlich der Beschaffenheit ihrer Substanz haben uns bisher die exacten Forschungen keinen Aufschluß gegeben; doch scheinen einzelne Eigenschaften derselben schon aus dem Dunkel hervortreten zu wollen. Diejenige Potenz, welche die Eindrücke der Außenwelt mit der denkenden Kraft vermittelt und durch welche sie zunächst nach außen wirkt, ist höchst wahrscheinlich die Electricität. Da Dubois durch Versuche mit dem Electrometer electrische Strömungen, welche vom Leben abhängen, in den Nerven und andern Theilen nachgewiesen hat, und eine so große Masse von Nervenbahnen auf so verschiedene Weise, mittelst der Belegungsmasse, im Gehirne auf einander zu wirken vermag, so läßt sich einsehen, wie groß die Rolle, welche hier die Electricität spielt, jedenfalls sein muß. Ich habe bei Erklärung der Vorgänge des Sehens es wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die Uebertragung der Lichtbilder von der Netzhaut auf die Centraltheile des Sehnervens durch die electrischen Bewegungen in den Nervenbahnen geschehen (wie auch die electrischen Hauchbilder durch electrische Entladungen entstehen). Wahrscheinlich spielt die Electricität auch eine Rolle bei den Geruchs- und Geschmacksempfindungen und selbst bei allen Sinneswahrnehmungen, und kaum zu bezweifeln ist es, daß bei der Muskelbewegung die electromotorische Strömung in den motorischen Nerven auf die electrischen Molecüle in den Muskeln einwirke, und also die Muskelbewegung ihrem Wesen nach ein electrischer Vorgang sei. — Vorerst will ich hier nicht untersuchen, wie weit die Seele von den electromotorischen Strömungen im Körper unterscheidbar sei, und will sie vorläufig in Verbindung mit denselben betrachten, da dieselbe jedenfalls eine Potenz ist, welche von den electrischen Bewegungen in den Nerven bestimmbar ist und auf sie selbst wieder bestimmend zurückwirkt, und welche demnach wohl auch in sich selbst ähnliche Gegensätze besitzt, wie die durch unsere

Instrumente schon mehr nachweisbare und berechenbare Electricität selbst.

Bringt freie Electrictät irgend eine Wirkung hervor, so sind es in zweiter Linie allerdings die Substanzen von electrischen Gegensätzen, also z. B. in der Volta'schen Säule die Plattenpaare von Kupfer und Zink mit der feuchten Zwischenlage, welche den Grund dieser Wirkung in sich tragen, das unmittelbar Wirkende ist aber weder Kupfer noch Zink, sondern die freie Electricität. Schlägt der Blitz in einen Gegenstand, so sind es die electrischen Gegensätze in den Wolken, welche die Ursache dieses Ereignisses sind, der Blitzstrahl selbst, der Feuerklumpen, der über ein Haus herunterfällt, ist aber etwas selbst Bestehendes und Wirkendes, wenn wir auch nicht genau wissen, was eigentlich ein electrischer Funke ist.

Nehmen wir auch an, die im lebenden Körper wirkende Electricität und, mit ihr zusammenhängend, die denkende Kraft selbst seien lediglich das Erzeugniß der Aufeinanderschichtung der im Gehirne liegenden Substanzen, so sind doch sicher nicht das Eiweiß und die verschiedenen Fettarten, die hier liegen, die denkende Potenz selbst, sondern gewiß erst das durch diese Organisation Erzeugte, was für sich selbst etwas Bestehendes ist. Zwischen der Seele und dem electrischen Funken in der anorganischen Natur, bestehen übrigens, auch in dieser Auffassung der Entstehungsweise der Seele, bedeutende Unterschiede. Zur Hervorbringung eines electrischen Funkens ist nur das Zusammenwirken zweier einfacher Körper von entgegengesetzter Electricität auf einander nothwendig, zur Entstehung eines denkenden Principes sind aber organische Substanzen und zwar verschiedener Art, also Substanzen, welche selbst sehr zusammengesetzt sind, erforderlich. Ferner ist eine bestimmte Art der Aneinanderfügung des Materials, eine bestimmte Organisation, und zwar eine solche nothwendig, wodurch den äußern, sehr

mannigfaltigen Vorgängen entsprechende Veränderungen im Inneren hervorgebracht werden. Auch ist die Organisation, welche die Entstehung einer denkenden Kraft bedingt, eine langsam sich entwickelnde; ja diejenige, welche dem menschlichen Geiste zur Grundlage dient, hat wahrscheinlich ihre ersten Anfänge schon in der ersten Schöpfungsperiode, und hat sich also, bis zu ihrer Vollendung im menschlichen Gehirne, erst mittelst einer, durch einen Zeitraum von Millionen Jahre hindurchgehenden Kette von Metamorphosen entwickelt. Endlich ist auch jede Urerzeugung einer Organisation, mit welcher ein denkendes Princip verknüpft ist, stets an die großen Vorgänge in der Natur gebunden, die man Schöpfungsperioden nennt, und ihr Grund liegt, wie ich bei der Darstellung der Schöpfungsgeschichte zu beweisen suchen werde, in den, von einem größeren Ganzen ausgehenden, die chemischen Elemente ordnenden, organisirenden Bewegungen. Nehmen wir daher auch an, die Seele eines lebenden Körpers seie auf analoge Weise entstanden, wie der electrische Funke, so sind die Bedingungen der Entstehung zwischen beiden doch noch so verschieden, daß wir die Seele, wenn wir sie, wie den electrischen Funken, substanziell uns vorstellen, doch noch von diesem sehr verschieden uns denken müssen.

Es scheint beinahe, wie wenn das seelische Princip, dessen Substanz jedenfalls feiner als die des Lichtäthers und die des electrischen Funkens sein dürfte, doch eine Art Gliederung oder Polarisationen in sich trage, welche vielleicht um so mannigfaltiger ist, je höher das Thier auf einer Entwicklungsstufe steht. Kann sich die Seele, etwa, wie der electrische Funke von den Electricitätserzeugern, vom Körper trennen, so kann es als möglich gedacht werden, daß sie ihre Abgrenzung gegen die Außenwelt wenigstens momentan behaupte, und daß sie anderer Seits bestimmend auf eine bildsame Substanz wirken und auf diese Weise sich auf eine höhere Entwicklungsstufe er-

heben könne. — Wenn wir bedenken, daß die Reibungselectricität eine solche Schnelligkeit der Bewegung besitzt, daß in einem, um den Erdgürtel gezogenen Leitungsdrahte der electrische Strom ungefähr zehnmal in einer Secunde die weite Bahn um den Aequator durchlaufen würde, so werden wir große Entfernungen im Weltraum als kein Hinderniß zur Annahme der Meinung betrachten, die Natur, vielleicht das größere organische Ganze, vermöge das durch die Schöpfungsvorgänge und die nachfolgenden Zeugungen auf der Erde Hervorgebrachte in den Hauptresultaten zu retten, vielleicht an sich zu ziehen, und, in andere Beziehungen gesetzt, zur weiteren Entfaltung zu bringen.

Mögen diese Vorstellungen über die Seele der Wirklichkeit entsprechen oder nicht, die Organisation des Gehirnes und der übrigen Theile des Körpers können wir nur als die mittelbare Ursache der geistigen Thätigkeit ansehen, den unmittelbaren Grund aber nur in der Seele selbst erkennen, die, mag sie auch durch den Organismus erzeugt sein, jedenfalls eine von dem Faserstoff, Eiweiß, Fett u. s. w. verschiedene Existenz hat. Es entsteht daher zunächst die Frage, wo der Sitz der Seele sich befinde, und wie sie sich mit Hülfe der Organe äußere, wobei die Untersuchung über die Art der Theilnahme der electromotorischen Strömungen an den Seelenäußerungen noch vorläufig ausgeschlossen bleibt. Eine Vergleichung der Seelenthätigkeiten der Thiere mit der Organisation ihres Körpers wirft einiges Licht auf diese Verhältnisse, weßhalb ich einige der wichtigern, hieher gehörenden Gegenstände zur Sprache bringen will.

Was den Sitz der Seele betrifft, lehren uns Versuche an niederen Thieren, z. B. den Polypen (etwa an der grünen Hydra), daß kleine, gewaltsam gemachte Bruchstücke derselbe, empfinden und sich willkührlich bewegen, wie der ganze Polyp, und sich endlich auch zu einem ganzen Polypen umgestalten.

Man darf sich deshalb übrigens nicht vorstellen, daß der ganze Polyp aus vielen kleinen, mit besondern Thierseelen versehenen Polypen zusammengesetzt sei, sondern es ist das Ganze theilbar, und jeder Theil differenzirt (polarisirt) sich von Neuem, so daß immer an den Endigungen der Bruchstücke, namentlich dem vorderen Ende, die Wirkungen der Organisation und der Kraft sich kund geben. — Nur um meinen Gedanken deutlicher zu machen, vergleiche ich ein solches niedere Thier mit einem Magneten. Ein Magnet hat an beiden Enden seine Pole und zieht an diesen Punkten das Eisen an, während in der Queraxe (Aequator) diese Wirkung ganz fehlt. Zerbricht man den Magneten in 2, 4, 6, 8 Stücke und so weiter, so zeigt jeder dieser Bruchtheile an beiden Enden die Anziehungsfähigkeit, und den Mangel dieser Eigenschaft in seiner Mitte. Ein Magnet ist also allerdings aus vielen Körpern zusammengesetzt, welche isolirt die Eigenschaften des Ganzen besitzen, im Vereine mit dem Ganzen aber die Wirkungsfähigkeit nach außen verlieren, wenn sie nämlich nicht an den Endpunkten oder nahe denselben liegen, wo sie die Gesammtkraft des Ganzen entwickeln. Wir sehen ähnliche Erscheinungen bei den Untersuchungen über die electromotorischen Strömungen in den Nerven, den Muskeln u. s. w. Immer zeigt sich das herausgeschnittene Nervenstückchen als ein Ganzes, und in Einzeltheile zerschnitten, zeigt wiederum jedes kleinere Theilchen in derselben Weise, daß der electrische Strom nach ganz bestimmten Gesetzen nach der Lage der Theile in diesen Bruchstücken gehe, so daß z. B. der Strom immer am stärksten ist, wenn das Nervenstückchen an einem an der Seite befindlichen Punkte der Mitte (Aequator) mit dem Mittelpunkte des am Ende liegenden Querdurchschnittes in Verbindung gesetzt wird. — Aehnliche Erscheinungen, wie bei diesen niederen Thieren bemerken wir auch noch an ziemlich hoch stehenden Thierarten. Schneiden wir einer Wespe den Kopf ab, so sehen

wir in dem übrigen Theile Bewegungen, welche auf das Fortwirken eines denkenden Principes schließen lassen. Zwicken wir z. B. einen der Füße der rechten Seite, so wendet das Thier die Spitze seines Unterleibes nach dieser Seite und sucht den verletzenden Gegenstand zu erreichen und zu verwunden, und eben so wendet es sich nach der linken Seite, wenn wir dort unsern Angriff unternehmen. Es folgt hieraus nicht, daß das zweite und die übrigen Ganglienpaare des Rückenmarksstranges ein, von dem vorderen Ganglienpaar unabhängiges Leben besitzen, sondern es scheint vielmehr zu beweisen, daß die Lebensthätigkeit des vorderen nun auf das zweite Ganglienpaar, welches jetzt das vordere Ende des Körpers bildet, wenigstens theilweise übergegangen sei. Es kann, wie es sich von selbst ergibt, die Entwicklung einer geistigen Thätigkeit hier nur unvollkommen sein, da mit Abtrennung des Kopfes mehrere Nervenendigungen, namentlich die der Augen, fehlen.

Aus diesen Wahrnehmungen folgt allerdings, daß, wenn wir ein besonderes, durch die Organe erzeugtes, psychisches Princip annehmen, dieses mit dem Körper selbst theilbar sei, und in diesen Bruchstücken sich stets von Neuem polarisire, was aber auch erwarten läßt, daß wenn überhaupt das seelische Princip einer kürzeren oder längeren selbstständigen Existenz fähig ist, dasselbe stets seine Art der Wirkungsweise behaupte.

Bei ganz niederen Thieren, wie z. B. die Hydra ist, bringen alle, auf künstliche Weise oder durch die Natur bewirkten, Theilungen des Thieres (Fortpflanzung durch Spaltung) Thiere hervor, welche im Wesentlichen die nämlichen Eigenschaften besitzen, wie das größere Ganze, aus welchem dieselben hervorgegangen sind, also ungefähr sich verhalten, wie die Bruchstücke eines Magnetes. Schon bei manchen, nicht viel höher entwickelten Thieren aber zeigt es sich, daß Theile vom Ganzen sich abgrenzen, welche zwar in manchen Beziehungen

Eigenschaften vom Ganzen besitzen, aber durch besondere Eigenschaften sich von allen andern Theilen des Thieres unterscheiden und, ihrer Organisation entsprechend, ihr besonderes Seelenleben führen. So z. B. fallen beim Glockenpolypen die Geschlechtstheile vom Stamme ab und schwimmen als selbstständige Thiere im Wasser herum, welche nun die Fortpflanzung durch geschlechtliche Zeugung besorgen, und demnach jedenfalls eine andere Art der Empfindung und der, wenn auch noch so dunkeln, Vorstellung besitzen müssen, als die an dem Stocke zurückgebliebenen Theile des Thieres. — Noch deutlicher zeigt sich die Spaltung, (Polarisirung) der psychischen Kräfte bei den Thieren, bei welchen ein Weibchen nicht blos Thiere verschiedenen Geschlechtes, sondern mehrfach verschiedene Thiere hervorbringt, welche aber in ähnlicher Weise zusammenwirken, wie sonst in jedem einzelnen Individuum die verschiedenen Organe. Ich werde in dem Kapitel von der Entwicklungsgeschichte der Thiere zeigen, daß die ganze Entwicklung durch Keimspaltungen geschehe, und daß auch schon die Eichen für die einzelnen Thiere durch Theilung einer gemeinschaftlichen Mutterzelle entstehen. Nehmen wir nun an, daß die von einem Weibchen der bezeichneten Art von Thieren, z. B. von Bienen oder Termiten, gelegten Eier aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse entstehen, so müssen wir jedenfalls auch annehmen, daß in dieser Keimmasse Differenzirungen stattfinden, wornach Thiere verschiedener Art sich entwickeln. Die Keimmasse zerfällt aber hier nicht allein in Thiere männlichen und in solche weiblichen Geschlechtes, sondern in eine größere Zahl verschiedenartiger Individuen. Stellen wir uns vor, die Spaltungen in dieser Keimmasse geschehen nach ähnlichen Gesetzen, wie diejenige, in welche ein einzelnes Individuum zerfällt, nur mit dem Unterschiede, daß hier die einzelnen Theile sich vollständig von einander trennen, während sie dort vereint bleiben, so werden wir hier weibliche oder

männliche Geschlechter finden, welche, da sie sich vollständig trennen, wie dieselben Theile bei dem Glockenpolypen, zu besondern Thieren werden; dort wird die Keimmasse für die Gliedmaßen, zu welchen auch die Kiefer gehören, zu eigenen, vielleicht mit starkem Gebisse versehenen Thieren sich umgestalten, wohin unter den Termiten die sogenannten Soldaten gehören, und vielleicht hier die Keimmasse, in welcher der für das Darmrohr bestimmte Theil des Visceralblattes liegt, zu Thieren, welche die Nahrung sammeln, und für die übrigen Individuen sie verarbeiten, wie die Arbeitsbienen. Jeder dieser Einzeltheile führt auch sein eigenthümliches Seelenleben und so kommt es, daß sie arbeiten, ihre Waffen gebrauchen, sich begatten u. s. w., je nach ihrer Bedeutung, die sie zu dem Ganzen haben.

Es zeigt sich demnach, daß bei nieder stehenden Thieren der ganze Körper der Träger des seelischen Wesens sei, und daß sehr bald, auf der Stufenreihe der Thiere, Verschiedenheiten der geistigen Eigenschaften sich zeigen, welche bei gewissen Thieren, bei welchen die gemeinschaftliche Keimmasse in verschiedenartige Individuen sich trennt, an diese Einzeltheile des ursprünglich zusammenhängenden Ganzen gebunden sind. Bei höheren Thieren sind diese Verschiedenheiten noch mannigfaltiger und wohl am größten bei dem Menschen. Bei diesen Thieren spaltet sich aber niemals der Organismus in getrennte Einzeltheile, sondern es ist das Gehirn ein untrennbarer Knotenpunkt für das geistige Wesen, das, in so vielfachen Richtungen es mit der Außenwelt in Wechselwirkung steht, doch ein untheilbares Ganze bildet. In eine nähere Betrachtung dieses Gegenstandes werden wir eingehen, wenn von dem geistigen Leben des Menschen die Rede sein wird.

Als ein zweites Ergebniß der Betrachtung des Seelenlebens der niederen Thiere können wir die Wahrnehmung ansehen, daß die geistigen Kräfte in diesen Thieren theils nach

ganz festen Regeln wirken, und daher durch bestimmte Bande gehalten erscheinen, und theils auch frei sich bewegen. Die erstere Art der Seelenthätigkeit nennt man das Handeln nach Instinkt. Man rechnet dahin z. B. die Thätigkeit der Spinne, wenn sie ihr Netz ausspannt, die der Biene bei der Herrichtung ihrer Zelle und der Aufspeicherung des Honigs, den Zug der Störche und Schwalben nach dem Süden, wenn der Winter sich naht, die Liebe zur Brut bei so vielen Thieren u. s. w. Das Wort Instinkt (Trieb) erklärt die verschiedenen Arten des gezwungenen Denkens nicht, und es ist vorerst auch unmöglich, alle Arten der Handlungen aus Instinkt zu erklären, z. B. ist es noch durchaus unaufgehellet, was bei den Vögeln wirkt, daß jede Art auf eine nur ihr zukommende Weise ihr Nest baut; aber auf mehrere Instinktshandlungen vermag jetzt doch, wie ich glaube, die Physiologie ein aufklärendes Licht zu werfen.

Zu den wichtigern, die Instinkte bestimmenden Verhältnisse gehört die Entstehungsweise des Thierindividuums in seiner Keimmasse. Wie schon oben erwähnt wurde, entstehen höchst wahrscheinlich bei vielen Thieren verschiedenartige Thierindividuen aus einer ursprünglich zusammengehörenden Keimmasse, und die Verschiedenheit in ihrem Seelenleben läßt sich auf die angegebene Weise aus der Beziehung, welche die abgegrenzte Keimmasse, woraus das einzelne Individuum wird, zum Ganzen behauptet, im Allgemeinen erklären. Zu dem schon Angegebenen füge ich noch Folgendes bei: Nehmen wir an, die Keimmasse, welche in einem organisch zusammenhängenden Thiere zum Eierstock würde, gestalte sich bei den Bienen, durch vollkommene Abgrenzung zu einem besonderen Thiere. Hieraus könnte folgen, daß, wenn etwa nicht zwei oder mehrere Eierstöcke sich bilden, unter allen übrigen Thierindividuen, welche aus der gemeinschaftlichen Keimmasse hervorgehen, keine Weibchen zu finden

wären. Sämmtliche Eichen des ganzen Geschlechtes wären also in der Bienenkönigin vereint. — Das Seelenleben dieses Thierchens richtet sich nothwendig nach diesen Verhältnissen. Wenn die Keimspaltungen, wie ich später zeigen werde, Polarisationen des Dotters sind, und aus einer Keimmasse die Eichen für männliche und weibliche Thiere hervorgehen, so erklärt sich der Gegensatz Beider im körperlichen, wie im Seelenleben. Auf die polarische Beziehung dieser Theile zu einander gründet sich wohl die später erfolgende Begattung und auf die Gleichgültigkeit und Abstoßung gleichnamiger Electricitäten auf einander ist wohl das Verhalten der Individuen des gleichen Geschlechtes gegen einander zurückzuführen. Eine höchst merkwürdige Erscheinung in Beziehung auf das Seelenleben bietet das Verhalten der Bienenkönigin dar. Entstehen mehrere Individuen der Art in einem Bienenstocke und trennt sich der Stock nicht in verschiedene Stämme, so daß in jedem nur eine Königin besteht, so beginnt ein Kampf unter ihnen, bis alle mit Ausnahme einer getödtet sind, ja, schlupft die eine dieser zum Thiere gewordenen Mutterzellen der Bieneneichen (Eierstock) aus ihrer Zelle aus, während die andern noch in ihrer Königszelle eingepuppt liegen, so durchbricht das Thier diese Zellen und tödtet sämmtliche Schwestern, bevor sie zum Leben gelangen. Dieses merkwürdige Verhalten der Bienenkönigin (welches durch verschiedene Beobachter festgestellt ist), geht doch sicher nicht aus einer, alle Umstände berücksichtigenden Ueberlegung hervor, durch welche es sich herausstellen würde, daß für einen Bienenstock nur eine Königin bestimmt sein könne, sondern es ist der von der Natur dem Thiere eingepflanzte Haß gegen die Schwesterköniginnen, und diese Feindschaft findet vielleicht darin eine natürliche Erklärung, daß die Substanzen, an welchen das Seelische haftet, oder die Keime nicht anders als von gleichnamiger Electricität sein können, also abstoßend

auf einander wirken. Die Seelenthätigkeit dieser Thiere, die gegenseitige Feindschaft und die daraus hervorgehende Handlung, ist also durch ein allgemein verbreitetes Naturgesetz bedingt.

Mehrere Beispiele des gezwungenen Denkens gibt auch die Klasse der Arbeiter bei den Bienen, Ameisen, Termiten u. s. w. Diese Thiere sammeln nicht allein für sich Nahrung, sondern auch Vorräthe für den ganzen Stock und übernehmen zum Theil die erste Umwandlung derselben; ja sie sorgen auch für die ganze Pflege der jungen Brut. — Besonders schön zeigt sich dieses bei den Ameisen. Die von den Weibchen gelegten Eier werden von den Arbeiterinnen genommen und in eigens für sie bestimmte Zellen getragen. Bei Sonnenschein werden sie wieder von diesen geholt und für die Wirkung der Sonnenstrahlen ins Freie gelegt und bei Regen wieder in die schützende Zelle gebracht; ja ist das junge Thier dem Eie entschlüpft, so äzen sie dasselbe, wie die Vögel das Junge. Hier sind es also nicht die Eltern des Thieres, welche die Liebe zur jungen Brut zeigen, sondern die Individuen der Gesellschaft, welche für die Ernährung derselben zunächst zu sorgen haben, also die Thiere, welche die Geschäfte vollführen, welche in einem zusammenhängenden Thierorganismus die Verdauungswerkzeuge besorgen. Die Klasse der Arbeiter übernimmt auch die Errichtung des ganzen Baues, in welchem die Gesellschaft wohnt, und hier ist nicht zu verkennen, daß die in einer willkührlichen Thätigkeit sich befindenden Thiere nach Gesetzen arbeiten, welche auch die Bildung der Gewebe beherrschen und selbst im Organismus im Ganzen erkennbar sind. Sie bauen Zellen, ähnlich denen der Gewebe, legen in der Mitte des Baues die Wohnung für die Königin an, wie auch in der Regel im Visceralblatt die ursprüngliche Lage der Geschlechtszelle eine centrale ist u. s. w.

Wohl die am Allgemeinsten verbreitete Keimspaltung ist die Theilung der Keimmasse in die Keime für männliche und

weibliche Individuen, und die Verschiedenheiten im Seelenleben zwischen den männlichen und weiblichen Thieren ist wenigstens theilweise auf diese Entstehungsweise der Thiereier zurückzuführen.

Eine zweite Ursache des Instinktes ist die Entstehungsweise der Thierart durch die Schöpfungsvorgänge. Man muß annehmen, daß die Verhältnisse, welche bei der Hervorbringung einer Thierart mitgewirkt haben, auch später einen Einfluß zu üben im Stande sind, und das Thier diesen Beziehungen folge. Wie ich später zeigen werde, ist es sehr wahrscheinlich, daß verschiedenartige organische Körper aus gemeinschaftlichen Keimmassen hervorgingen, und daß zwischen den, einen solchen gemeinschaftlichen Ursprung habenden Geschöpfen auch später irgend welche Beziehungen bestehen bleiben (wie dieses ja auch bei den Familien der Bienen, Termiten u. s. w. der Fall ist). Ja es sprechen Gründe dafür, daß in den Urkeimen (Zellen) zugleich Keime von Pflanzen und Thieren entstanden sind, was mancherlei Erscheinungen erklären würde, z. B. daß viele Thiere in ihrer Ernährung nur auf eine bestimmte Pflanzenart angewiesen sind. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß die parasitischen Thiere aus Elementen der zerfallenden Substanzen untergehender Thiere entstanden sind, was erklären würde, warum jeder Parasit nur in bestimmten Thierarten, ja nur in bestimmten Organen existiren kann, weil nämlich die Bedingungen seiner Fortexistenz die gleichen oder wenigstens ähnliche sein müssen, wie die Bedingungen seiner Entstehung. Wahrscheinlich ist es, daß die auf die erwähnte Weise entstandenen Parasiten in die Larven der aus den Eiern der untergehenden Thiere entstandenen neuen Geschöpfe zu dringen suchten, und hiernach dem Instinkte folgten, nämlich dem Gefühl, das sie lehrte, den Bedingungen ihrer Existenz nachzugehen. Diesen Vorgängen in den Schöpfungszeiten sind wohl noch manche Erscheinungen

im Leben der Thiere zuzuschreiben, für welche wir bis jetzt keine andere Erklärung als das Wort Instinkt kennen, z. B. das Verhältniß zwischen den fleischfressenden Thieren und den Grasfressern zu einander, die natürliche Feindschaft gewisser Thiere gegen einander u. s. w.

Eine weitere Ursache specifischer Instinkte der Thiere ist die, manchen Thieren höchst wahrscheinlich zukommende, größere Empfindlichkeit für bestimmte Einflüsse der Außenwelt. Wie schon oben bemerkt wurde, ist der Empfindlichkeit gewisser Thiere für die Electricität und den Magnetismus ihr eigenthümliches Benehmen bei dem Witterungswechsel zuzuschreiben, und es liegt hierin wahrscheinlich der Grund des Wanderns der Zugvögel und des Wiederauffindens der Heimath durch weite Entfernungen hindurch.

Im Allgemeinen liegt aber der Grund alles Instinktes in denjenigen Zuständen des Organismus und den Beziehungen des Körpers zur Außenwelt, welche bestimmte, diesen Zuständen entsprechende Triebe erwecken, durch welche das Thier mehr oder weniger zu Handlungen aufgefordert wird. Der Hauptsitz des Instinktes liegt bei den höheren Thieren jedenfalls in dem Visceralblatte und dem, bei den Prozessen der Thierchemie und der Plastik betheiligten, sympathischen Nerven. Während dieser Nerve bei den genannten Vorgängen mitwirkt, erhält er mehr oder weniger eine Empfindung von denselben, und theilt sie dem Bewußtsein des Thieres mit. Gewöhnlich ist dieses letztere übrigens nur der Fall, wenn die Mitwirkung des Thieres selbst bei den genannten Prozessen nothwendig ist, namentlich wenn Speise oder Trank und selbst wenn bestimmte Arten von Stoffen aufgenommen werden sollen oder der Körper von denselben gesättiget ist. Auf diese Weise lehrte der Instinkt den Menschen, so lange er auf der Erde existirt, und bevor es eine Wissenschaft gab, die tauglichen Speisen mit einander zu verbinden,

und in noch höherem Grade dient er den Thieren zum sicheren Führer bei der Wahl der für dieselben passenden Nahrungsmittel.

Es können wohl im Allgemeinen die Gefühle, welche die Grundlage für den Instinkt geben, auf die mit der Polarisation des Dotters beginnenden Polariätsverhältnisse des Körpers zurückgeführt werden, nach welchen der Körper und mit ihm das seelische Wesen in verschiedener Richtung Anziehung und Abstoßung auf die Potenzen der Außenwelt äußern, was in dem Seelenleben in den Gefühlen der Liebe und des Hasses sich ausspricht. Zunächst stehen die aus der gemeinschaftlichen Keimmasse hervorgehenden Einzeltheile mit einander in Beziehung und bedingen sich wechselsweise, was in dem Seelenleben in dem Triebe der Selbsterhaltung sich kund gibt. Dieser Trieb erstreckt sich selbst zum Theil auf die vom Körper sich trennende Theile, welche als junge Brut zu einem selbstständigen Leben gelangen. Viele Einzeltheile des Körpers haben aber ihre besondern Beziehungen zu Gegenständen der Außenwelt, wie z. B. die Geschlechtstheile und der Darmkanal, wornach sich, wie schon oben erwähnt wurde, in manchen Einzeltheilen, welche vom Ganzen sich trennen, auch ein besonders Seelenleben entwickelt. In den höheren Thieren zeigt sich zwar kein in den Einzeltheilen abgegrenztes seelisches Wesen, aber die einzelnen Körpertheile haben doch eine Rückwirkung auf das Seelenleben des Individuums. So z. B. hat die Entwicklung der Mannbarkeit einen nicht zu verkennenden Einfluß auf das Gefühlsleben des Menschen, wie anderer Seits die Castration die Entwicklung des männlichen Characters und der männlichen Stärke, beim Menschen und beim Thiere, nicht zur genügenden Entwicklung gelangen läßt.

Diese Einrichtungen, wodurch die Gefühle und das Denken des Thieres den Verhältnissen, in welchen es lebt, angepaßt werden, und durch welche zum Theil so hohe Zwecke erreicht

werden, gehören zu den bewunderungswürdigsten Maßnahmen der Natur. Die Existenz der Thierwelt ist beinahe in jedem Augenblick von diesen Einrichtungen abhängig, und selbst die künftigen Schöpfungsvorgänge werden durch sie vorbereitet. Der schönste Naturtrieb und eines der erhabensten Beispiele von der in den Werken der Natur sich überall kundgebenden Weisheit ist die, allen höheren Thieren (Vögeln und Säugethieren) und selbst vielen niederen Thieren eingepflanzte, Liebe zur Nachkommenschaft. Wenn, wie ich später zu beweisen suchen werde, in den Schöpfungsperioden große Metamorphosen der Thierkeime vorgehen, so daß aus den Eiern niedererer Thiere geistig höher stehende Thiere entstehen, so hat dieser Trieb nicht allein den Zweck, die Gattung zu erhalten, sondern ist selbst eine Bedingung zur Entstehung höherer Geschöpfe. Bleiben diese Gesetze noch fortwährend in Kraft, so kann man in Hinsicht des Menschen sagen, daß die Mutterliebe ihre Wirkungen noch über das Grab der Menschheit hinaus äußere. Es ist die Liebe zur Nachkommenschaft oft so mächtig in den Thieren, daß sie selbst den Trieb der Selbsterhaltung überragt; denn nicht selten trifft man Beispiele an, daß Thiere statt zu fliehen, ihre Jungen gegen so mächtige Feinde vertheidigen, daß ein erfolgreicher Widerstand unmöglich erscheint. Selbst bei sehr nieder stehenden Thieren sieht man diese Opferfähigkeit. Bei Spinnen z. B., welche ihre Eier oft in einem Säckchen bei sich tragen und mit sich herumschleppen, hat man bemerkt, daß, wenn man ihnen die Eier entreißt, sie dieselben suchen und mit ihnen sodann entfliehen, und daß sie sich eher fangen und tödten lassen, ehe sie ihre Eier aufgeben.

Neben diesen unmittelbar aus der Organisation und den Beziehungen derselben zur Außenwelt hervorgehenden Gefühlen und Vorstellungen (den gezwungenen Gedanken) bemerkt man, auch schon bei niederen Thieren, eine freiere Bewegung geistiger

Kräfte. Wenn die Spinne z. B. gezwungen ist, immer nach denselben Grundgedanken ihr Netz anzulegen, und die Ameisen, Bienen und Termiten immer nach dem nämlichen Plane bauen, so daß also die willkührlichen Handlungen dieser Thiere, mittelst welcher sie diese Werke vollbringen, an ganz feststehende Ideen gebunden sind, welche nothwendig mit der Art ihrer Organisation im Zusammenhange stehen, so sehen wir doch auch, daß manche ihrer Unternehmungen aus freier Ueberlegung hervorgehen. So z. B. wählt die Spinne oft auf eine ganz sinnige Weise die Stelle, an welcher sie das Netz zum Fange der Fliegen anbringt; die Ameise benutzt oft ungewöhnliches Baumaterial und richtet ihren Bauplan nach den besonderen Umständen ein; in dem Aufsuchen und dem Einfangen der Nahrung, in ihren Maßregeln zur eigenen Sicherheit, in ihren Kämpfen u. s. w. beurkunden oft ganz niedere Thiere einen überraschenden Grad von Ueberlegungskraft. Ich sehe z. B. manchmal ganz kleine, mit dem bloßen Auge kaum erkennbare Thierchen über mein Schreibpapier kriechen, welche dadurch einen nicht unbedeutenden Grad des Denkvermögens kund geben, daß, wenn ich ein solches Thierchen berühre, dasselbe augenblicklich seine Bewegungen einstellt und vollkommen regungslos bleibt, wie wenn es sich todt stellen würde. Bei der ersten Berührung dauert es gewöhnlich nicht lange, bis das Thierchen wieder seine Plane auszuführen anfängt, wiederhole ich aber meinen Angriff, so bleibt das Thier eine sehr geraume Zeit wie todt liegen, wie wenn es glauben würde, durch längere Verstellung den Feind täuschen zu können. Unlängst sah ich dem Kampfe einer kleinen Spinne mit einer ungleich größeren Fliege zu, welche sich in ihrem Netze gefangen hatte. Ich war zu sehen erstaunt, mit welcher Ueberlegung das kleine Thier in dem lange dauernden Kampfe zu Werke ging, zuerst um den kräftigen Feind in seinen Bewegungen zu hemmen und sodann

um ihn zu tödten und seine Leiche an einen passenden Ort zu schleppen.

Hieraus folgt aber keineswegs, daß es zweierlei Seelen im Thierkörper gebe, eine, mehr in freier Bewegung denkende und eine gefesselte, dem Instinkte folgende. Wenn auch die denkende Kraft bei allen Thieren und in allen Theilen des Thieres die gleiche wäre, so müßte das Resultat des Denkens bei den gleichen äußeren Einflüssen doch ein sehr verschiedenes sein, weil die denkende Kraft die äußern Einwirkungen nicht unmittelbar erkennt, sondern nur die Veränderungen in den zunächst mit ihr in Wechselwirkung stehenden, organischen Theilen, welche hierdurch hervorgerufen werden. Sie beurtheilt also sämmtliche Verhältnisse nach dem ihr unmittelbar von dem Organ gegebenen Eindruck, welcher demnach auch von der Einrichtung des Organes abhängt. Stellen wir uns z. B. vor, das Gehörorgan und das Sehorgan hätten sich, wie es bei dem Glockenpolypen die Geschlechtstheile thun, von dem Ganzen abgeschnürt, und existirten jetzt als Thiere, so würde das eine Thier bei gewissen Einwirkungen, z. B. bei der Einwirkung eines electrischen Funkens die Vorstellung erhalten, daß eine Lichterscheinung vorhanden sei, und das andere, würde bei demselben Einflusse ein Geräusch zu vernehmen glauben, und das erstere würde bei Schallwellen gar keinen Eindruck empfinden und das letztere würde bei Lichtwellen keine Wahrnehmung machen. Beide Thiere würden aber, obgleich von verschiedenen Voraussetzungen ausgehend, willkührliche Handlungen vornehmen, die vielleicht einen bestimmten Zweck beurkunden und auf ein richtiges Denken hinweisen.

Auch ist, wie ich schon oben es wahrscheinlich zu machen gesucht habe, in dem seelischen Wesen, wenn dasselbe mit organisirten Körpertheilen und durch diese mit der Außenwelt in Wechselwirkung tritt, indem hier electrische Gegensätze

wirken, eine Verschiedenheit der Wirkung nach der Richtung der Thätigkeit anzunehmen, und es sind also wohl auch in ihm selbst polarische Verhältnisse vorhanden, bei welchen die eine Eigenschaft nicht ohne die andere existirt.

Je höher die Thiere in der Thierreihe stehen, desto mehr verschwinden die von selbst entstehenden Spaltungen der Thiere zu mehreren Thierindividuen, und in den künstlich bewirkten Trennungen zeigen sich nur unter gewissen Bedingungen vorübergehend Spuren des Wirkens einer denkenden Kraft. Bei dem Menschen gibt sich, so viel man weiß, keine Erscheinung der Art mehr kund, und das Gehirn stellt sich so entschieden als die einzige Werkstätte des Denkens dar, daß man häufig dieses Organ auch ausschließlich für den Sitz der Seele ansieht. Eine Vergleichung der bei den niederen Thieren sich herausstellenden Thatsachen mit denen an den höhern bemerkten Erscheinungen dürfte uns zu folgenden Annahmen berechtigen: Da bei höheren Thieren (den Wirbelthieren) in sehr vielen Körpertheilen ähnliche oder die gleichen Bedingungen vorhanden sind, unter welchen sich bei niederen Thieren das Wirken eines seelischen Lebens äußert, so dürfen wir annehmen, daß auch bei den höheren Thieren diese Theile irgend welchen Antheil an dem Seelenleben haben. Es scheinen mir auch erstens die Versuche an Thieren für diese Ansicht zu sprechen; denn wenn man z. B. einen Frosch in der Mitte des Rückens durchschneidet und berührt mit einigem Drucke eine der Zehen, so werden oft beide Füße gegen den Körper angezogen, ja das Thier macht zuweilen den Versuch zu einem Sprunge. Diese Erscheinung hat man dadurch erklären wollen, daß man annahm, die Reizung des empfindenden Nerven seie einfach auf die bewegenden Nerven übergegangen (Reflexbewegung), und es hätten sich hierauf die Muskeln zusammengezogen. Nach meinen Wahrnehmungen bestehen aber diese Bewegungen nicht

blos in einem unbestimmten Zucken, sondern es ist eine Zweckmäßigkeit in der Bewegung zu erkennen, was wohl nicht anders als aus der Betheiligung des seelischen Wesens erklärt werden kann. Auch an geköpften Aalen und Schlangen habe ich schon öfters Wahrnehmungen gemacht, die eine, wenn auch schwache, Fortwirkung einer seelischen Kraft außer Zweifel ließen.

Einen zweiten Beweisgrund der Theilnahme des übrigen Körpers, außer dem Gehirne, an dem Seelenleben finden wir in der Wirkung der Gemüthsaffecte auf die verschiedenen Organe und in der Wirkung der Organe auf den Seelenzustand des Thieres. Was die erstere betrifft, so erinnere ich an die Wirkung des Schreckens auf die Blut- und Herzbewegung, die selbst fortdauert, ja vielleicht sich erst später erstellt, nachdem der Verstand schon klar erkannt hat, daß keine Ursache der Gemüthsbewegung vorhanden sei. In Hinsicht der letzteren verweise ich allein auf die oben schon ewähnte Thatsache, daß die Castration der Thiere auch eine große Aenderung in ihrem geistigen Zustand hervorbringe. Man vergleiche z. B. einen Stier mit einem Ochsen.

Wenn wir zugeben müssen, daß das Seelenleben nicht auf eine einzelne Stelle des Körpers beschränkt ist, so werden wir vorerst uns einen Begriff davon zu schaffen versuchen müssen, in welchem Verhältniß die übrigen Organe des Körpers zum Gehirne, dem vorwaltend für die Seelenthätigkeit bestimmten Organe, stehen. — Jedes andere Organ, außer dem Gehirne, hat, wenn auch eine seelische Kraft in ihm liegt, irgend eine Hauptverrichtung, wodurch, wenn dasselbe ein isolirtes Leben führen würde, sein Empfinden und Denken eine bestimmte Grundlage erhalten würde, so daß das Thier, ähnlich den Bienen, Ameisen, Termiten u. s. w. stets ein bestimmtes Gepräge der Seelenthätigkeit zeigen würde. Diese Theile bilden

aber keine gänzlich isolirte Körper, in welchen nach den verschiedenen Richtungen der Thätigkeit jede Seite des Geistigen sich bis zu einem gewissen Grade ausprägen müßte, welchen also auch ein Denkvermögen zukäme, sondern sie bilden mit dem Gehirne, mit welchem sie durch Nervenbahnen verbunden sind, in der Weise ein Ganzes, daß sie als das eine Ende, und das Gehirn, an den Stellen, an welchen die Centralenden der betreffenden Nervenbahn liegen, als das andere Ende dieses Theiles des Organismus sich darstellen. In den Organen des pflanzlichen Lebens (Darmkanal, Geschlechtstheile u. s. w.) gehen die Nerven zunächst in die Ganglien ein, und von diesen zum Gehirne, so daß wohl das Organ mit dem betreffenden Ganglion als das eine Ende, und die betreffende Stelle im Gehirne als das andere Ende dieses zusammenhängenden Ganzen betrachtet werden müssen. Im Gehirne selbst bilden aber die Endigungen der Nerven oder die Centralschlingen der Nervenbahnen, welche von den andern Organen kommen, einen Gegensatz mit andern vorhandenen Gehirntheilen (Belegungsmasse, namentlich graue Gehirnmasse) und bieten der hier sich zeigenden Denkkraft die Eindrücke in der Weise dar, wie sie sich an diesem Ende der Nervenbahnen bilden, nachdem am anderen Ende entweder durch die unmittelbaren äußeren Einflüsse, z. B. die Licht- und die Schallwellen, oder durch die Vorgänge im Körper selbst eine Veränderung hervorgebracht wurde. Insoferne nun in einem Organentheil eine seelische Bewegung stattfindet, wie dieses jedenfalls in den Organen des pflanzlichen Lebens (Darmkanal, Geschlechtstheile u. s. w.) geschieht, in welchen bestimmte Triebe, wahrscheinlich unter der Vermittlung der Nervenknoten (Ganglien), sich bilden, wird hierdurch am Ende der Nervenbahn im Gehirne ein entsprechender Gedanke geweckt. Da nun aber im Gehirne sämmtliche Nervenbahnen zusammenlaufen, so ist der Sitz des Denkens

für das ganze seelische Leben ins Gehirn verlegt und von allen Organen concentrirt, während in den dem Gehirne entgegenstehenden Organen das seelische Wesen mit der bestimmten Organisation, die für irgend welche Wechselwirkung mit der Außenwelt eingerichtet ist, in genauer Beziehung steht, und also sein Empfinden und den Anstoß zur Vorstellung (die sich aber erst im Gehirne entwickelt) von der bestimmten Organisation und den Einflüssen der Außenwelt erhält. Im Gehirne aber, in welchem die Nervenbahnen von sämmtlichen Körpertheilen durch Verbindungsmasse vereinigt sind, müssen sie nothwendiger Weise auch auf einander wirken, und die Vorstellungen, die hier entstehen, müssen sich gegenseitig berichtigen.

Durch diese Betrachtungen könnte man zu dem Gedanken geführt werden, das seelische Wesen in einem Thiere sei etwas Zusammengesetztes, etwa wie ein Bündel Pfeile, indem die verschiedenen Organe mit ihrem betreffenden Antheil im Gehirne die Träger von eben so viel seelischen Einzelwesen seien, und diese im Gehirne nur durch ein sie vereinigendes Band zusammengehalten seien. Diese Vorstellung ist eine vollkommen irrige; denn wenn man in Betrachtung zieht, daß der Körper ursprünglich nicht aus Einzeltheilen zusammengesetzt wird, sondern durch Keimspaltungen entsteht, mithin, daß das ursprüngliche Einheitliche in viele Richtungen sich klüfte, ohne aber die Verbindung zu einer Einheit zu verlieren, und wenn angenommen werden muß, daß das Geistige in ähnlicher Weise sich entwickelte, so können wir nur annehmen, die Seele eines Thieres ist nichts Zusammengesetztes, sondern ist etwas Einheitliches, was aber in verschiedenen Richtungen eine verschiedene Wirksamkeit äußert, und welchem daher die Eigenschaft der Polarisationsfähigkeit zukommt.

Je mannigfaltiger diese Richtungen (Polarisationen) sind, wodurch die Seele mit der Außenwelt in Verbindung gesetzt

wird, wohin nicht allein die den Schall- und Lichtwellen u. s. w. entsprechenden Rückwirkungen, sondern die Geistes- und Gemüthseindrücke gehören, desto mannigfaltiger wird ihre Wirkung sein, und desto klarer wird an den Sammelpunkten aller dieser Richtungen die Erkennung der Verhältnisse sein, so daß das gezwungene Denken der niederen Thiere zurücktritt und einer mehr freien Seelenthätigkeit weicht.

Die Wechselwirkungen der Seele mit der Außenwelt haben das Eigenthümliche, daß sie rhythmisch sind. Die ganze Thierwelt ist abwechselnd in dem Zustand des Wachens und des Schlafens. Diese Erscheinung läßt sich zwar schon aus den Gesetzen der Reizbarkeit erklären (Haller), nach welchen durch die Reizung selbst die Reizbarkeit immer mehr herabgesetzt wird und also zuletzt ein Zustand der Ruhe eintritt. Deutlicher noch wird uns aber ihre Ursache, wenn wir ins Auge fassen, daß in den Nerven und andern Theilen vom Leben abhängende electromotorische Strömungen stattfinden, und also ohne Zweifel auch Substanzen von electrischen Gegensätzen auf einander wirken, so daß ähnliche Apparate hier vorliegen, wie die galvanischen Säulen sind. Wie nun dort durch Entladung der Electricität die Säule geschwächt wird und nach einigem Gebrauch wieder der Ruhe bedarf, um von Neuem kräftig zu wirken, so werden auch die Organe, wenigstens die der thierischen Verrichtungen, durch den Gebrauch erschöpft (entladen) und bedürfen wiederum einer gewissen Zeit, um die Kräfte zu sammeln. Im Allgemeinen richtet sich diese Periodicität im Thierleben nach den Perioden der täglich veränderten Stellung der Erde zur Sonne; denn sobald die Sonne in einen neuen Meridian tritt, erwacht hier das Leben, und auf der zurückgelegten Sonnenbahn sinken die Thiere in den Schlaf. Hiervon trägt schon der große Wechsel in dem als Reiz wirkenden Sonnenlichte einen Theil der Schuld; ein tieferer Grund liegt

aber wohl in folgendem Verhältniß: Da in Körpern von entgegengesetzter Electricität der electrische Strom in jedem dieser Körper nach der Stelle desselben hingeht, welche dem anderen Körper am meisten zugewendet ist, so läßt sich annehmen, da Erde und Sonne wahrscheinlich in der gleichen Beziehung zu einander stehen, daß auch hier das nämliche Gesetz gelte. Wirken nun beide Weltkörper auf einander ein, so wird auch die Wechselwirkung beider Electricitäten in jedem Atome nach der Stellung der Erde zur Sonne wechseln, so daß dieselbe immer am Tage stärker als in der Nacht ist. Im thierischen Körper wird hierdurch ohne Zweifel die Kraft der electrischen Strömungen am Tage erhöht und in der Nacht geschwächt. Ist dieses der Fall, und wird durch Ausübung der thierischen Verrichtungen die Kraft der Apparate erschöpft, so ist es natürlich, daß die Nacht die Zeit ist, in welcher ein Zustand der Ruhe eintritt.

Eine genaue Beobachtung der mit dem Eintritt des Schlafes sich einstellenden Erscheinungen wirft einiges Licht auf die Natur des Schlafes und die Ursache der Träume, und einigermaßen auf die Art der Wirkung des geistigen Wesens. Die beste Gelegenheit zu diesen Beobachtungen gibt gewöhnlich die Zeit des Aufwachens am Morgen, wenn man sich einem neuen Schlummer hingibt. Hier fühlt man sehr oft eine bleierne Schwere in einem größeren oder kleineren Theile des Körpers, welche Theile der denkenden Kraft mehr vom Körper abgegrenzt und wie durch fest angezogene Bande an das Bett angeheftet erscheinen. Ist man dem Einschlafen nahe, so fühlt man diese bleierne Schwere im ganzen Körper, selbst in der Nasenspitze und in der Zunge, und nur die Stelle im Kopfe, in welcher die denkende Kraft sich äußert, erscheint als der einzige leichte, nicht von der bleiernen Schwere ergriffene, Körpertheil. Man kann hierbei noch vollständig klar denken. In andern Fällen

fühlt man die bleierne Schwere nur in einzelnen Körpertheilen und kann sie selbst in diesen noch einige Zeit hindurch willkührlich erhalten, wenn man mit andern Theilen schon Bewegungen unternimmt. Will man das Gefühl der Schwere aus den betreffenden Theilen vertreiben und auch dieselben wiederum zu Körpertheilen umschaffen, die ganz dem Körper angehören, und von denen derselbe also kein besonderes Gefühl hat, so muß man den Willen auf die Muskeln wirken lassen und den Theil hierdurch bewegen; man kann aber auch dadurch, ohne eine Körperbewegung zu unternehmen, das Gefühl der Schwere und den Schlaf aus sämmtlichen Körpertheilen vertreiben, daß man seine Gedanken auf einen Gegenstand lenket, der eine Gemüthsunruhe zu veranlassen pflegt. Ich erkläre diese interessante Erscheinung, sowie die Träume, auf folgende Weise: Werden durch die oben angegebenen Verhältnisse die electrischen Gegensätze in den Reihen der electrischen Molecüle, wodurch ein electromotorischer Strom geht, geschwächt, namentlich in den Nerven, so tritt ein Moment ein, in welchem die gesetzmäßige Polarisation der electrischen Molecüle, wodurch in dem Nerven die peripherischen Theile mit dem Gehirne in Verbindung gehalten werden, durch einen äußeren Einfluß, nämlich die Anziehungskraft der Erde, überwältiget und in eine andere umgewandelt wird, die den verbindenden electromotorischen Strom unterbricht (wie ja auch bei den gewöhnlichen Versuchen über die electromotorischen Strömungen in den Nerven, den Muskeln u. s. w. man willkührlich die Art der Polarisation der electrischen Molecüle ändern kann). Die denkende Kraft fühlt einen solchen Körpertheil, in welchem die schließende Kette theilweise unterbrochen ist, mehr als etwas Aeußeres und nimmt wahr, daß er der Schwerkraft folgt. Stellt sich ein solcher Zustand der veränderten Polarisation in allen Nervenbahnen ein, welche den Sitz der denkenden Kraft mit den peripherischen

Theilen und der Außenwelt verbinden, so tritt der Schlaf ein.

Geht die Schwächung und Veränderung in den electrischen Verhältnissen nur so weit, daß die Beziehungen zwischen den Nervenbahnen und den die peripherischen Organe bildenden Geweben unterbrochen werden, und also die Wirkung der peripherischen Apparate auf das Gehirn und die des Gehirnes auf diese aufhören, aber die Bewegung in den Centraltheilen noch mehr oder weniger fortdauert, so wird zwar die Verbindung der denkenden Kraft mit der Außenwelt unterbrochen und es stellt sich Schlaf ein; aber in den centralen Enden der Nerven vermögen sich ähnliche Veränderungen zu bilden, wie die durch die Sinneseindrücke entstandenen, welche die denkende Kraft deutlicher oder schwächer wahrnimmt; es sind jedoch diese Bewegungen jetzt nicht mehr, wie im wachenden Zustand, durch die feststehenden Verhältuisse der Außenwelt regulirt, sondern mehr gesetzlos. Diese selbstständigen Bewegungen im Gehirne haben die nämlichen Wirkungen in den Centralenden der Nervenbahnen, wie die durch äußere Gegenstände veranlaßten, und erscheinen der denkenden Kraft, wie Lichtbilder und Töne u. s. w., welche aber keinen, in diesem Augenblicke einwirkenden äußeren Bilde oder Schallwellen entsprechen. So entstehen die Träume. — Wird durch eine stärkere Anregung der peripherischen Apparate, namentlich durch die Einwirkung von Licht= oder Schallwellen das Polarisationsverhältniß zwischen den Nerven und den übrigen, einen peripherischen Apparat bildenden Geweben und das der Reihe der electrischen Molecüle in den Nerven wieder hergestellt, oder wird eine solche Veränderung der unterbrochenen Polaritätsverhältnisse durch eine kräftige Wirkung der denkenden Kraft auf die centralen Nervenenden bewirkt, welche sich sodann von Molecül zu Molecül fortpflanzt, so wird die Verbindung des Gehirnes

mit den peripherischen Organen und der Außenwelt wieder hergestellt und der Zustand des Wachens tritt ein.

In den zur Erhaltung des Lebens dienenden Lebensprozessen, namentlich dem Athmungsprozeß, der Blutbewegung und der Ernährung, sehen wir das Rhythmische, durch welches die geistigen Kräfte gebunden sind, nicht. Der Grund hiervon liegt in Folgendem: Während durch die thierischen Verrichtungen die Kräfte verbraucht werden (die Apparate entladen werden), und also Momente der Ruhe hier durchaus nothwendig sind, werden durch die Prozesse der pflanzlichen Verrichtungen die Kräfte wieder ersetzt, und es kann also auch eine Pause in diesen Vorgängen nicht in den Zwecken derselben liegen. Es sind hier der stets eindringende Sauerstoff der Atmosphäre einer Seits und die Nahrungsstoffe anderer Seits, welche auch, wenn sie längst im Magen verdaut sind, noch während ihrer Umwandlung auf ihrem Wege durch den Körper stets von Neuem die Lebensprozesse anfachen. — In diesen, unausgesetzt fortdauernden, Bewegungen liegt häufig eine mitwirkende Ursache der Träume, namentlich, wenn ein zu reichliches und in Wallungen begriffenes Blut das Gehirn bespült, sowie auch anderer Seits die Träume auf die Blutbewegung zurückwirken und ängstliches Athmen und Herzklopfen bewirken.

Offenbar steht, wie schon oben gesagt wurde, das seelische Wesen mit den electromotorischen Strömungen im Zusammenhange, es ist aber keineswegs gleichbedeutend mit denselben. Dieses thut schon der Umstand dar, daß wir in den Muskeln durch die bewegenden (motorischen) Nerven zweierlei Weisen der Zusammenziehung hervorbringen können, eine dem Zweck entsprechende Bewegung und ein zweckloses Zucken. Die letztere Bewegung tritt z. B. ein, wenn wir bei einem, vom Körper getrennten Gliede den motorischen Nerven reizen, und stellt sich auch sehr oft in krankhaften Zufällen ein, namentlich auch,

wenn eine Reizung von dem empfindenden auf den bewegenden Nerven übergeht (Reflexbewegung). Da diese Art der Zusammenziehung lediglich durch die Wirkung des electromotorischen Stromes hervorgebracht ist (was die inducirte Zuckung beim rheoscopischen Frosche beweist), so muß nothwendig, um die erstere hervorzubringen (z. B. bei den Versuchen mit den enthaupteten Wespen, Fröschen u. s. w.) ein weiterer Einfluß in Mitwirkung treten, welcher auf die Polarisationen der electrischen Molecüle bestimmend wirkt und dadurch der Bewegung die Richtung und das dem Zweck entsprechende Maaß gibt.

Dieser von dem Willen ausgehende Einfluß kann nichts Anderes sein, als das, mit den electromotorischen Strömungen im Zusammenhange stehende, seelische Wesen. — Nicht um die Sache hierdurch genügend zu erklären, sondern nur um meine Vorstellungsweise von ihr deutlicher zu machen, vergleiche ich das Verhältniß des seelischen Lebens zu den im thierischen, belebten Körper, namentlich in den Nerven stattfindenden, electromotorischen Strömungen mit dem, von Oersted entdeckten Electro-Magnetismus. Der dortige Hauptsatz, daß um den electrischen Leiter immer ein magnetischer Kreislauf sich befinde, und daß der electrische Strom immer nach einem gewissen Gesetz auf die Richtung der Magnetnadel ganz bestimmte und gleichartige Einwirkungen ausübe, ist geeignet, uns eine Vorstellung zu gewähren, wie das Verhältniß des seelischen Wesens zu den electromotorischen Strömungen im lebenden Körper annähernd sich verhalten dürfte. Von dem Augenblicke an, als in den Schöpfungstagen durch die allgemeinen Verhältnisse die vorhandenen chemischen Atome veranlaßt wurden, in eine organische Verbindung mit einander zu treten, und sich Polarisationen in ihnen bildeten, und mit den electrischen Strömungen ein seelisches Princip zu wirken begann, und von dem Augenblicke an, als durch die Befruchtung des Eidotters dieselben Vorgänge

im Eie der Thiere sich entwickeln, wirkten und wirken die vom Leben abhängenden electrischen Strömungen und das seelische Wesen bestimmend auf einander ein, so daß die durch die Lichtwellen, die Schallwellen und andere Einflüsse in den Nerven bewirkten Bewegungen (Polarisationsveränderungen) eine entsprechende Bewegung im seelischen Principe und dadurch Empfindung und, im Gehirne, Vorstellungen bewirken, und umgekehrt bestimmte Bewegungen im Geistigen auf die electrischen Strömungen in den motorischen Nerven und, in zweiter Linie, auf die Polarisation der electrischen Molecüle und die Bewegung in den Muskeln wirken.

In dem Gehirne, wo sämmtliche Nervenbahnen des Körpers zusammenlaufen, ist nothwendiger Weise ein Sammelpunkt der Kräfte, insoferne diese auch in den peripherischen Theilen sich bilden und sich erneuen. In dem Schlafe scheinen sich die seelischen Kräfte beinahe ganz auf das Innere des Gehirnes zurückzuziehen, während in den peripherischen Organen wahrscheinlich die, während des wachenden Zustandes vorhandene Art der Polarisation der electrischen Molecüle durch das Uebergewicht der Schwerkraft (die Gravitation der die Erde zusammensetzenden Atome gegen einander) bestimmt wird. Dagegen vermag das Gehirn, durch die Wirkung des Willens, das seelische Wesen, das im Schlafe vielleicht sich nach dem Gehirne zurückgezogen hatte, wieder über die Nervenbahnen zu verbreiten, wodurch wahrscheinlich wieder eine solche Polarisation der Molecüle hergestellt wird, daß die unterbrochene Kette zwischen den peripherischen und den centralen Apparaten von Neuem geschlossen wird.

Es folgt aus dem Gesagten, daß wenn wir auch im lebenden Körper ein besonderes, von den electrischen Strömen zu unterscheidendes, seelisches Wesen annehmen müssen, doch das Seelenleben in allen Richtungen seiner Wirkung an bestimmte

Organe gebunden ist. Hiernach ist die Kenntniß der Organe, und insbesondere die vom Baue und den Verrichtungen des Gehirnes und der Nerven, eine nothwendige Grundlage zum Studium des Seelenlebens.

Da alle äußeren Körpertheile durch isolirt laufende Nervenbahnen mit entsprechenden Stellen im Gehirne verbunden sind, und also keine thierische Lebensbewegung sich von einer Bahn zur andern ausbreiten kann, so würde der Körper in eben so viele selbstständige Einzeltheile zerfallen, wenn nicht im Gehirne die Endigungen sämmtlicher Nerven durch verbindende Substanzen (die graue Gehirnsubstanz und das Balkensystem) in ein Ganzes vereiniget wäre, was auch die Wirkung des seelischen Wesens als ein Ganzes möglich macht. Die den äußeren Theilen entsprechenden Stellen im Gehirne werden aber, wie es nicht anders möglich ist, in ihrer Lebensäußerung durch die äußern Theile bestimmt, so daß z. B. am Ende der Sehnerven der denkenden Kraft Lichtbilder und am Ende der Gehörsnerven Schallbilder sich darstellen, und entsprechende Vorstellungen wecken. Dieses allein muß schon die Lehre begründen, daß jedem Gehirntheile seine besondere Verrichtung angewiesen sei und also auch einzelne Seelenthätigkeiten an bestimmte Gehirntheile geknüpft seien; man hat aber auch diesen Lehrsatz im Wege des Versuches theilweise schon festgestellt. — Auf derartige Wahrnehmungen ist die Gall'sche Schädellehre gegründet, und hat also allerdings ein Naturgesetz zu ihrem Grundpfeiler; es wurde aber den wahren Lehrsätzen eine so fehlerhafte Anwendung gegeben, daß wir die Organenlehre, wie sie Gall aufgestellt hat, dennoch verwerfen müssen.

Im Allgemeinen kann man zwar in der Thierreihe im Ganzen aus der Form des Schädels Schlüsse auf die Entwicklungsstufe des Seelenlebens, auf welcher das Thier sich befindet, ziehen, da das Gehirn bei höheren Thieren zusammen-

gesetzter als bei niederen ist, und also auch eine andere Oberfläche, und in Folge hiervon eine andere Figur des Schädels zeigt; um die Verschiedenheiten gleicher Thiere und insbesondere der Menschen unter sich zu bestimmen, reicht sie aber schon aus dem doppelten Grunde nicht aus, weil offenbar die wichtigsten Gehirntheile im Inneren des Organes liegen und sich auf der Oberfläche nicht auszudrücken vermögen, und weil die Kraft des Organes nicht allein nach der Masse der Materie, sondern auch nach der Vollkommenheit der Organisation sich richtet, woher es kommt, daß nicht gerade immer derjenige Mensch mit dem größten Talente begabt ist, der den größeren Umfang des Schädels zeigt.

So wahr es ist, daß das Seelenleben der Thiere an die Organe geknüpft ist, und zwar in der Weise, daß für einzelne Verrichtungen auch bestimmte Organe vorhanden sind, so vermögen wir doch oft genau zu unterscheiden, welcher Theil der Lebensäußerung dem seelischen Wesen zunächst zukommt, und welche Erscheinungen, ohne Dazwischentritt dieser Kraft, bloß etwa durch die electromotorischen Strömungen in dem Organe bewirkt werden.

Wie ich oben schon angeführt habe, unterscheiden wir eine, von einem empfindenden Nerven, im Wege der Reflexbewegung auf einen Muskel übergegangene, einfache Reizung und die dadurch veranlaßte Muskelbewegung sehr wohl von derjenigen Bewegung, in welcher zugleich das seelische Wesen erregt wird und seine Wirkung auf den bewegenden Nerven und den Muskel (die electromotorische Strömung oder die Polarisation der Molecüle) äußert. Was die Vorgänge im Gehirne selbst betrifft, so können wir sogar hier zum Theil die verschiedenen Träger der Thätigkeit wohl unterscheiden. Sieht z. B. ein Individuum, das dem Genusse des Branntweines ergeben ist, Figuren, welche nicht vorhanden sind, (im Säuferwahnsinn),

so können wir annehmen, daß es nicht ein Fehler der Seelenthätigkeit, sondern eine Sinnestäuschung ist, deren Sitz übrigens gewöhnlich nicht im Sinnesorgan selbst, sondern in den Centralenden der Nervenbahnen sich befindet, was schon daraus hervorgeht, daß es einzelne Kranke gibt, deren Urtheil frei bleibt, und welche die entstandenen Lichtbilder als etwas Fremdartiges erkennen. Es sind hier ohne Zweifel die auf solche Weise sich bildende electrische Gegensätze in den Molecülen des Sehnervens die Ursache, daß die ohne einen entsprechenden äußeren Gegenstand veranlaßte electrische Bewegung der denkenden Kraft als ein Lichtbild erscheint. Ein ganz anderer Fall ist es, wenn wir vermittelst des Gedächtnisses Bilder vorübergegangener Ereignisse in uns zurückrufen. Hier können wir nicht annehmen, daß electromotorische Bewegungen bestimmter Art in den Nerven entstehen, wodurch die Bilder der Vergangenheit wieder von Neuem vor unsere denkende Kraft geführt werden; denn wäre dieses der Fall, so müßten wir ebensowohl, wie in dem Säuferwahnsinn und ähnlichen Zuständen, die Gegenstände wirklich s e h e n (Bildbildung, Phantasmoscopie). Der Träger der Erinnerung ist also nicht unmittelbar der Nerve und die durch die Polarisation seiner Molecüle entstandene electromotorische Strömung; denn diese nimmt die denkende Kraft als etwas von ihr verschiedenes wahr und setzt die Eindrücke, die ihre Bewegungen auf sie hervorbringen, selbst ganz in die Außenwelt, sondern es ist der Träger der geistigen Thätigkeit selbst.

Wenn in diesen zuletzt vorgetragenen Schlußfolgerungen, welche von allgemein anerkannten Thatsachen ausgehen, kein Fehler liegt, und also nicht unmittelbar in den Substanzen des Gehirnes, nämlich dem Eiweiß, den Fetten u. s. w., und auch nicht in den durch ihre Lagerung bewirkten electromotorischen Strömungen der Sitz des Gedächtnisses liegt, sondern dieser die Seele selbst ist, so sind wir hierdurch auf physiologischem

Wege zur Erkennung einer Wahrheit gelangt, welche nicht allein für den Arzt und den Physiologen, sondern für das Menschengeschlecht im Ganzen von Wichtigkeit ist; denn es stellt sich hierdurch heraus, daß das seelische Wesen, so sehr es durch die Wechselwirkung mit den electromotorischen Strömungen und seine Beziehungen zu den Organen und der Außenwelt bestimmbar ist, doch in sich den Grund eines solchen Zusammenhanges trage, daß die zahlreichen, oft vor sehr langer Zeit in ihm erregten Eindrücke sich zu erhalten vermögen. Aus dieser Annahme folgt aber der fernere Schluß, daß die Seele in hohem Grade der Vervollkommnung fähig sei, und dieselbe, wenigstens die des Menschen, durch das Leben selbst auf einen höheren Grad der Entwicklung gehoben werden könne.

Man nimmt vielfach zwei verschiedene, in dem lebenden Körper waltende, Kräfte an, den Geist und die Seele, und sieht in dem ersteren, den man auch gerne ausschließlich dem Menschen beilegt, die Kraft, in welcher das höhere Denken oder die Vernunft liegt, und in der letzteren den Träger der Gefühle und der niederen Begehren. Durch meine Untersuchungen bin ich zu der Vorstellung gelangt, daß die Kräfte im Körper, welche nicht auf die electromotorischen Strömungen zurückgeführt werden können, und in dem Seelenleben wirken, nur die verschiedenen Eigenschaften und Lebensäußerungen der Seele sind, welche jedenfalls immer in zwei Richtungen verschieden sich kund geben müssen. Denn theils bestehen die Wechselwirkungen des seelischen Wesens mit dem Körper selbst und der Außenwelt in der Bestimmbarkeit desselben durch die Einflüsse, was sich in bestimmten Gefühlen kund gibt, und theils sind sie die Rückwirkungen der Seele nach außen, welche zunächst in dem Vorgange des Denkens bestehen, der in Willensäußerungen übergehen kann. Hiernach stellen sich Geist und Gemüth nur als Eigenschaften der Seele dar, und zwar wurzelt

das letztere mehr in den Organen, durch welche die äußeren Einflüsse mit dem seelischen Leben in Wechselwirkung treten und mehr oder weniger bestimmend auf dasselbe wirken, und als denkende Kraft, der man bei dem Menschen, wo sie die freieste Bewegung kund gibt, den Namen Geist gibt, wirkt die Seele in der entgegengesetzten Richtung und an der Stelle des Körpers, in welchem die leitenden Bahnen für das ganze Seelenleben zusammenfließen und die Einwirkungen sich gegenseitig zu reguliren vermögen, im Gehirne.

Wie mit den Substanzen des eigenen Körpers die Seele im Zusammenhang steht, so ist oft auch eine Beziehung derselben zu Gegenständen der Außenwelt nicht zu verkennen. Es besteht jedoch zwischen beiden Verhältnissen der wesentliche Unterschied, daß die Verbindungsglieder der ersteren Beziehung sich ziemlich sicher nachweisen lassen, während ein materielles Band in den letzteren Beziehungen nicht zu bestehen scheint. Das Mittelglied zwischen dem seelischen Wesen und den gröbern Substanzen des Körpers scheint durchgehends die electromotorische Strömung zu sein, und also das ganze Verhältniß aus den Gesetzen der Polarisation hervorzugehen. Die Grundursache mancher Beziehungen des Seelenlebens mit äußeren Gegenständen liegt zwar oft auch in ursprünglich vorhanden gewesenen materiellen Verbindungen, z. B. in dem gemeinschaftlichen Ursprung mehrere Thiere aus *einer* Keimmasse; in mehreren hieher gehörenden Verhältnissen ist aber dieses nicht nachweisbar, und wenn auch ursprünglich eine materielle Verbindung bestand, so erweist sie sich doch später, wenn die Beziehungen im Seelenleben noch lange fortdauern, als aufgehoben. Dahin gehört namentlich die der Brut sich zuwendende Liebe des mütterlichen Thieres und oft auch des Elternpaares, welche oft mit großen Opfern, und selbst gegen den Trieb der Selbsterhaltung, sich thätig zeigt. Diese Seelenthätigkeiten werden also

offenbar noch von andern Gesetzen beherrscht, als die sind, die sich zunächst auf die substanzielle Verbindung beziehen und die Erhaltung des Individuums bezwecken, und in der Liebe zur Nachkommenschaft, von welcher nicht allein die Erhaltung der Gattung, sondern, wie schon oben gesagt wurde, das Emporsteigen einer Thierart zu einem vollkommeneren Geschöpfe abhängig sind, sehen wir sogar schon eine Beziehung des Seelenlebens (der Triebe), die über die Existenz des Thieres hinausgeht.

Bei dem Menschen sind die Beziehungen des Seelenlebens zur Außenwelt großentheils auf die nämlichen Ursachen, wie beim Thiere, zurückzuführen, auf die Triebe und die dieselben bedingenden Grundverhältnisse; bei dem Menschen ist aber das Denken nicht in dem Grade ein gezwungenes, das ist ein, durch ein bestimmtes Verhältniß oder die Triebe beherrschtes Denken, sondern eine freiere Bewegung, und es steht ihm daher großen Theiles die Macht zu, mit oder gegen den Trieb zu handeln, sowie er auch durch die Freiheit des Denkens dahin gebracht werden kann, in der Richtung des Triebes selbst das richtige Maaß zu überschreiten. Der Mensch fühlt sich übrigens bei einer solchen Wahl unter einer zweiten Einwirkung stehend, die sich ihm durch die Erkennung des Guten und des Schlechten und oft deutlich durch eine hiermit verbundene Gemüthsbewegung, die man das Gewissen nennt, kund gibt. Zwar ist es schwer, bei der Untersuchung über den Bestimmungsgrund der Handlungen der Menschen herauszufinden, auf welche Handlungen wirkliche Naturgesetze einen Einfluß ausüben, und welche unter der Einwirkung der durch die Erziehung erhaltenen Vorstellungen vollbracht sind, daß es aber Naturgesetze gebe, welche die Grundgesetze für das moralische Leben des Menschen sind, ist wohl keinem Zweifel unterworfen. Stellen wir uns z. B. vor, eine zur Mutter gewordene Wilde habe weder durch Beispiele noch durch Unterrichtung irgend einen

Begriff von den Mutterpflichten erhalten, und, etwa in eine Einöde verirrt, fände mit Hülfe ihres Verstandes, daß ihr das Kind hinderlich sei, sie würde es doch sehr wahrscheinlich nicht verlassen, und hätte die Vorstellung des zu erringenden Vortheils vielleicht für den Augenblick den Sieg über die Mutterliebe errungen, so könnte es doch leicht geschehen, daß das Gewissen sie zu dem Kinde zurücktriebe. Diese in die Menschenbrust gelegten Gefühle weisen auf weiter gehende Beziehungen hin, als diejenigen sind, die zunächst zwischen den Substanzen des Körpers und etwa den electromotorischen Strömungen in denselben und den mit dem Körper in Berührung kommenden Stoffen bestehen, und aus welchen ein großer Theil der Triebe hervorgeht. — Der letzte Abschnitt des vorliegenden Werkes, welcher von der Bestimmung des Menschen handelt, wird uns zur nochmaligen Betrachtung dieses Gegenstandes zurückführen.

Entwicklungsgeschichte.

Es sind die Naturforscher jetzt beinahe ungetheilter Meinung darüber, daß, außer in der Zeit der Schöpfungsperioden, keine neue Erzeugung von Thieren (Generatio aequivoca) stattfinde, und daß jedes junge Thier von einer Mutter oder von einem Elternpaare abstamme. — Die einfachste Art der Entstehung eines neuen Thieres ist die Lostrennung eines Stückes von dem Körper eines altes Thieres, und die Umwandlung dieses Bruchstückes zu einem selbstständigen Thiere. Bei niederen Thieren trifft man zum Theil Spaltung des ganzen Thieres, und zwar Spaltungen in verschiedenen Richtungen,

namentlich in der Längenaxe, also Querspaltungen an, zum Theile findet man Abschnürungen einzelner kleinen, zu besonderen Individuen werdenden Körpertheile (die Knospenbildung), welche sowohl auf der Oberfläche des Thieres, als im Inneren geschehen kann. Von der Entstehung des Thieres durch Knospenbildung ist die durch Keimkörner, dem Wesen nach, kaum verschieden. Sie unterscheidet sich von der ersteren dadurch, daß die Keimkörner nicht ursprünglich zu den wesentlichen Theilen des Thieres gehören, welche sich erst später von ihm abschnüren, sondern sogleich bei ihrem Sichtbarwerden als Etwas vom übrigen Körper Unterscheidbares erscheinen, und daß sie oft, ähnlich den Thiereiern, an bestimmten Bildungsstätten sich entwickeln und hier angesammelt sind. — Die durch Spaltung eines Mutterthieres oder Abgrenzung einzelner Theile entstehende, junge Brut, bleibt entweder noch in einigem Zusammenhang und bildet einen Stock von Thieren oder sie trennt sich in einzelne, ganz von einander abgesonderte Individuen.

In der neueren Zeit hat man beobachtet, daß Viele der durch Spaltungen, Sprossenbildung und der aus Keimkörnern entstandenen Thiere sich, oft durch mehrere Umwandlungen hindurch, weiterhin entwickeln, und endlich zu Geschlechtsthieren werden, aus deren Eiern aber nicht unmittelbar von Neuem Geschlechtsthiere hervorgehen, sondern zunächst jene niederer stehende Thiere welche sich durch Spaltungen oder Sprossen- und Keimkörnerbildung vermehren. Man hat diese Reihe von Umwandlungen den Generationswechsel genannt (Steenstrup). Es ist möglich und wahrscheinlich, daß noch viele Thiere, welche man bis jetzt für besondere Thierarten ansieht, keine besondere Species darstellen, sondern mit andern, ihnen vielleicht nicht ähnlich sehenden Thieren nur eine Thierart, auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, bilden.

Andere, und zwar sämmtliche höhere Thiere, entstehen nur durch geschlechtliche Zeugung, indem bei den, aus den Eiern entsprungenen Thieren zwar ebenfalls mehr oder weniger Umwandlungen vorkommen, aber eine Vermehrung derselben durchaus nicht stattfindet, und also nicht erst die Nachkommenschaft des aus dem Eie entsprungenen Thieres wieder zum Geschlechtsthiere wird, sondern das aus dem Eie hervorgehende Individuum sich zu einem solchen entwickelt, und zwar zu einem Thiere der nämlichen Art, wie das Elternpaar war.

Die Fortpflanzung durch Zeugung geschieht entweder dadurch, daß im Innern des nämlichen Thieres männliche und weibliche Geschlechtsorgane enthalten sind, welche mit einander in Verbindung stehen, so daß die Befruchtung von selbst, ohne die Mitwirkung äußerer Geschlechtsorgane, erfolgt. Oder das Thier besitzt, nebst den zweifachen Geschlechtsorganen in seinem Inneren, äußere, an verschiedenen Körpertheilen liegende Organe, wodurch es sich, unter Krümmung des Körpers, selbst befruchtet. Oder es besitzt beiderlei Geschlechtsorgane, befruchtet sich aber nicht selbst, sondern es geschieht die Befruchtung durch zwei Individuen derselben Art wechselseitig. Oder beiderlei Geschlechtsorgane befinden sich in einem Individuum und es befruchtet dasselbe ein anderes, während es selbst von einem dritten befruchtet wird. Oder endlich die Thiere sind keine Zwitter (Hermaphroditen oder Thiere, welche beiderlei Geschlechtsorgane besitzen), sondern entweder männliche oder weibliche Individuen. Die letztere Organisation besitzen namentlich sämmtliche Wirbelthiere.

Der Ort, an welchem die Befruchtung der Eichen geschieht, ist entweder außerhalb des weiblichen Körpers oder innerhalb desselben, wie namentlich bei sämmtlichen Vögeln und Säugethieren. Die Befruchtung geschieht dadurch, daß der Samen und zwar insbesondere die, lebhaft sich bewegenden, Samen=

fädchen mit einem Eichen, in Berührung kommt. Die Bedingungen hierzu sind bei den Säugethieren einerseits, daß der Samen in den Fruchthälter und von da in die Fallop'sche Röhre gelange, was nicht allein eine Beibringung des Samens in die obere Parthie der weiblichen Geschlechtstheile, sondern auch eine richtige Stellung des Fruchthälters voraussetzt, und anderer Seits, daß ein Eichen sich aus dem Eierstock löse, und durch die Fallop'sche Röhre nach dem Fruchthälter herabsteige. Die Berührung der Samenfädchen mit dem Eie geschieht wohl in der Regel nicht während der Begattung, sondern erst geraume Zeit nachher, indem die in den Fruchthälter gelangten Samenfädchen nur allmählig durch ihre Bewegung und die Flimmerbewegung auf der Schleimhaut der Geschlechtstheile in die Fallop'sche Röhre, wo gewöhnlich das Eichen sich befindet, hinaufsteigen. — Der Austritt von einem Eichen aus dem Eierstock, durch Platzen eines Graf'schen Bläschens, geschieht bei dem Menschen bei jeder monatlichen Reinigung (Menstruation), weshalb die Begattung bald nach dem Monatsflusse, am Leichtesten befruchtend wird; außerdem kann ein solcher aber auch durch die Begattung und andere geschlechtliche Erregung bewirkt werden.

Es können verschiedene Wege gewählt werden, um zur Kenntniß der Entwicklungsvorgänge im Eie und der Gesetze, die sie beherrschen, zu gelangen. Der eine dieser Wege ist die unmittelbare Beobachtung, indem wir die Gelegenheiten ergreifen, welche sich uns darbieten, um ein menschliches Ei zu sehen und sonach dasselbe auf seinen verschiedenen Entwicklungsstufen kennen zu lernen, und indem wir auch an den Eiern der Thiere Untersuchungen vornehmen, und die Ergebnisse mit dem am menschlichen Eie Beobachteten vergleichen. Da die Grundgesetze im Ganzen die nämlichen sind, so lassen sich mit großer Wahrscheinlichkeit Schlüsse von dem an den Thiereiern beobach-

teten auf das bei der Entwicklung des Menschen Vorgehende schließen; es sind jedoch diese Beobachtungen schon nicht mehr ganz die unmittelbare Wahrnehmung, und es ist daher nothwendig, auch hier schon eine gewisse Strenge in seinen Schlußfolgerungen walten zu lassen, damit keine Fehler sich einschleichen.

Der zweite Weg ist der der Schlußfolgerungen aus dem Gebildeten auf die Bildungsvorgänge selbst und ihre Gesetze. Diese Art des Verfahrens ist allerdings die gefährlichere, weil es nicht allein von dem Beobachteten, sondern auch von dem Verstande des Beobachters abhängig ist, zu welchem Ergebnisse die Untersuchung führen soll; sie ist aber ein eben so sicherer Weg, als die Beobachtung selbst, wenn nämlich die Logik niemals verletzt wird. Es gibt übrigens manche Resultate wissenschaftlicher Forschung, welche nicht den Stempel des vollkommen Gewissen tragen, sondern nur das Gepräge des Wahrscheinlichen, aber doch von großem Werthe sind, weil sie den Weg zum Wissen bahnen. Es ist Dieses die Weise der Forschung, welche bei den Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte bis jetzt beinahe gänzlich vernachlässiget worden ist, welche aber eben so nothwendig ist, als die genaue Beobachtung der Erscheinungen im Eie selbst, weil wir die einzelnen Theile des Körpers erst vermittelst der unmittelbaren Wahrnehmung erkennen, wenn sie schon gebildet sind, und wir also nur ihre weitere Entwicklung auf diesem Wege verfolgen können; es ist aber eben so wichtig, ja noch von höherem Interesse, die Vorgänge im Ei kennen zu lernen, durch welche die Organe in ihren ersten Anfängen gebildet werden. Da es unmöglich ist, die Organe, bevor sie sind, zu sehen, so ist es absolut nothwendig, den Vorgängen, welche wir im Ei beobachten, eine Deutung zu geben, was wir nur vermögen, wenn wir, im Wege sicherer Schlußfolgerungen, nach den verschiedenartigen Ergebnissen dieser Bewegungen, den Werth des einzelnen Vorganges festzu-

stellen suchen. — Ich glaube, die Mittel gefunden zu haben, um mit solcher Sicherheit die Bedeutung dieser Vorgänge zu verfolgen, daß wir sagen können: Es kann nicht anders sein und ist also so. — Da es sich annehmen läßt, daß die Gesetze, nach welchen sich die Frucht im Ei bildet, die Grundgesetze für das Leben sind, so ist diese Untersuchung so wichtig, daß ich die Leser dieser Schrift und namentlich die Männer vom Fache auffordere, dem hier vorgetragenen Gedankengange Schritt für Schritt zu folgen.

Die hier aufgestellte Lehre von der Embryonalanlage durch Keimspaltungen und die weiter unten vorgetragene Lehre von dem Organisationswechsel der Thierkeime (Eier) in den Schöpfungszeiten, und dem aus ihm hervorgehenden Emporsteigen der Thiergeschlechter zu Thieren höherer Gattung, sind nicht allein von der höchsten Wichtigkeit für die Physiologie, indem die hier geltenden Gesetze alle Verrichtungen des Organismus beherrschen, sondern sie sind auch bestimmend für die Vorstellungen, die wir über den für uns Wichtigsten aller Gegenstände der Forschung uns bilden, über die Bestimmung des Menschen. — Ich werde hier den entgegengesetzten Weg von dem in meinem Lehrbuche der Physiologie befolgten wählen und werde, während ich dort das im Ei Beobachtete zuerst beschrieb und sodann dasselbe zu erklären suchte, jetzt damit beginnen, einige Schlußfolgerungen aus dem Ergebnisse der Entwicklungsvorgänge auf die Vorgänge selbst zu ziehen, und sodann das Wahrnehmbare im Ei damit vergleichen. *)

---

*) Ich glaube, die Darstellung auch ohne Hinzufügung von Abbildungen verständlich machen zu können; ich bezeichne jedoch zugleich die in meinem physiologischen Atlas hierauf bezugnehmenden Abbildungen, weil mancher Leser Gelegenheit haben wird, dieses Bildwerk einzusehen, und selbst die Anschaffung desselben durch den niederen Preis sehr erleichtert ist.

Indem wir den Versuch unternehmen, aus dem Gebildeten die Bildungsvorgänge und ihre Gesetze zu erkennen, bieten sich uns zunächst die Mißgeburten als ein kostbares Material dar, indem die Hemmungsbildungen, neben einander gestellt, uns zuweilen einzelne Organe auf der ganzen Stufenfolge ihrer Entwicklung zeigen. Ein zweites Hilfsmittel ist die vergleichende Anatomie, insoferne nämlich bei Thieren Bildungen vorkommen, welche die Entwicklungsvorgänge erklären helfen, indem sie den, manchmal ziemlich sichern, Analogieschluß zulassen. Ein drittes Hilfsmittel ist endlich die menschliche Anatomie, indem auch aus dem regelmäßigen Bau des menschlichen Körpers manche Schlußfolgerungen auf die Art seines Werdens gezogen werden können.

Eine von allen Physiologen angenommenen Erklärungsweise des gespaltenen Rückens [1]) der Hasenscharte, des Wolfsrachens [2]), des gespaltenen Rückenmarkes [3]), des gespaltenen Zäpfchens [4]), der gespaltenen Zunge [5]) und ähnlicher Mißgeburten ist die, daß diese Mißbildungen Hemmungsbildungen seien. Es unterliegt die Richtigkeit dieser Erklärung keinem Zweifel, denn wir sehen die betreffenden Organe in dieser Form der Bildung in allen Thierembryonen (Frucht) auf den ersten Stufen ihrer Entwicklung. Immer sieht man eine Zeit hindurch über den Rücken der Frucht eine tiefe Längsfurche sich in der Mittellinie hinziehen, neben welcher sich zwei Wülste erheben, die sich endlich an einander legen. Der Bildungsfehler besteht also hier darin, daß sich die Rückenplatten

---

1) Physiologischer Atlas Taf. 33. Fig. 2.
2) Taf. 34. Fig. 1 und 2.
3) Taf. 34. Fig. 3.
4) Taf. 34. Fig. 4.
5) Taf. 37. Fig. 2.

nicht geschlossen haben. Immer sehen wir auch in der Frucht einige Zeit hindurch die Vordertheile von einander getrennt, und ebenso sehen wir das Darmrohr auf einer Seite offen, was also auch hier die Annahme, daß die erwähnten Mißgeburten Hemmungsbildungen sind, rechtfertiget. Diesemnach können wir aus den Mißgeburten den Schluß ziehen, daß in einer frühen Periode des Lebens eine tiefe Längenspalte durch die Länge des Körpers gieng, wodurch der ganze Körper, vielleicht mit Ausnahme einiger Centraltheile, in zwei gleiche seitliche Körperhälften getheilt wurde. — Bei manchen Thieren bleibt diese mittlere Längespaltung (Meridianspaltung) an manchen Stellen offen, wo sie beim Menschen geschlossen ist, z. B. bei manchen Hunden an der Nase und bei den Schlangen an der Zungenspitze.

Wenn wir nun in einzelnen Organen, in welchen die Meridianspaltung beim erwachsenen Thiere noch vorhanden ist, wie z. B. im großen Gehirne, welches in zwei Halbkugeln getrennt ist, in Mißgeburten diese Spaltung nicht finden, wie z. B. oft im großen Gehirne, das nur eine Kugel darstellt [1]), so frägt es sich, ob hier die beiden, ursprünglich getrennten Theile, auf regelwidrige Weise, wieder zusammengewachsen seien, oder an dieser Stelle die Meridianspaltung nicht durchgedrungen sei, so daß das große Gehirn eine zusammenhängende Masse blieb. Wenn wir ferner in der Linie, in welcher in einer früheren Bildungsperiode die Meridianfurche war, einzählige Organe sehen, die sonst nicht in dieser Linie liegen, dagegen paarig an andern Stellen zu finden sind, wie ein Auge [2]),

---

[1]) Taf. 25. Fig. 6.

[2]) Taf. 24. Fig. 1 und 3. Taf. 25. Fig. 1, 2 und 3. Taf. 26. Fig. 1. Taf. 36. Fig. 1.

eine Thränenkarunkel [1]), ein Ohr [2]), ein mittlerer Zahn [3]), eine Niere [4]), eine Hode [5]), ein Fuß [6]), und diese Theile an ihren gesetzlichen Orten fehlen, so frägt es sich, sind diese Mißbildungen Hemmungsbildungen, so daß die genannten paarigen Organe ursprünglich eine gemeinschaftliche Keimmasse hatten, welche in der Meridianlinie lag, oder sind diese einzähligen Organe etwa dadurch an diese Stelle gelangt, daß die paarigen Organe mit einander verwachsen sind, oder vielleicht auch dadurch, daß eines der paarigen Organe verödet ist uud das übrig gebliebene sodann in die Meridianlinie sich zog.

Da man diese Mißbildungen, nicht wie den gespaltenen Rücken, die Hasenscharte u. s. w. in dieser Form, nämlich als ein einziges ausgebildetes Auge, ein Ohr u. s. w. in den früheren Entwicklungsperioden der Frucht gesehen hatte, so gelangte man bis jetzt auch nicht zu der Annahme, daß diese Mißbildungen ebenfalls Hemmungsbildungen sind, und begnügte sich mit der einen oder der andern der von mir zuletzt angeführten Erklärungsweisen. In der That, ich kann es kaum begreifen, wie man so kurzsichtig sein konnte. Man muß doch gewiß Bedenken tragen, die Entstehung der einzähligen Organe einer Verwachsung zuzuschreiben, wenn man alle die Vorgänge, die hier stattfinden müßten, nur um ein gewöhnliches Aneinanderwachsen zu erklären, in Betrachtung zieht. Zwischen den beiden Augen, den beiden Ohren, den beiden Nieren u. s. w. liegen so viele Gebilde, knöcherne und Weichtheile, die immer gleichmäßig zerstört werden müßten, oder ursprünglich fehlen

---

[1]) Taf. 24. Fig. 1. Taf. 25. Fig. 1.

[2]) Taf. 21. Fig. 1 und 3. Taf. 22. Fig. 1. Taf. 26. Fig. 1 und 2. Taf. 35. Fig. 1 und 2. Taf. 36. Fig. 1.

[3]) Taf. 25. Fig. 3 und 5.

[4]) Taf. 32. Fig. 3.

[5]) Taf. 32. Fig. 3.

[6]) Taf. 28. Fig. 1 und 3. Taf. 29. Fig. 1.

müßten, damit die paarigen Organe sich einander nur zu nähern vermöchten. Es ist nicht einzusehen, wie z. B. eine äußere Gewalt gerade die die Augenhöhlen bildenden Theile auf der inneren Seite von den Augen losschälen könnte, und alle dazwischen liegende Theile zerstören könnte, ohne die Augen selbst zu verletzen und ohne irgend einem andern Theile der Nachbarschaft zu gestatten, dazwischen zu treten, und zwar in allen Fällen gleichmäßig, so daß die Augen immer genau in der Mittellinie zusammentreffen und sich zu einem Organe verbinden. Würde eine Gewalt auf die zwischen den Augen liegenden Theile wirken, so ließe sich im Gegentheil erwarten, daß bald dieser, bald jener Theil zerstört, und die Augen theilweise wohl aus ihrer Lage gezogen, bald aber an dieser Stelle bald an jener angetroffen würden, und die Theile auf unregelmäßige Weise verzerrt wären. Würde die Gewalt aber gewirkt haben, nachdem der Kreislauf des Blutes schon hergestellt war, so müßten außerdem, wie bei anderen Zerstörungen, Blutergießungen und Zeichen von plastischen Ausschwitzungen angetroffen werden u. s. w. Von dem Allem aber findet man nie eine Spur, sondern es liegt das Auge, das auch durchaus keine Bruchstücke von zerstörten Theilen in sich trägt, immer genau in der Meridianlinie, und außerdem erscheinen auch nie die vereinigten Gebilde in der Weise, wie sie durch bloßes Zusammenwachsen sich darstellen müßten, nämlich als zwei Organe, welche verwachsen sind, sondern beim vollkommeneren Monoculus ist immer nur ein Auge vorhanden und keine Spur von einem zweiten, und dieses Auge ist vollkommen so gebildet, wie jedes einzelne der paarigen Augen. Wenn wir uns aber auch vorstellen wollten, die Theile, welche zwischen beiden Augen liegen sollten, wurden in den betreffenden Mißgeburten nicht durch eine äußere Gewalt zerstört, sondern sie wären gar nie vorhanden gewesen, so vermehren sich hierdurch nur

die Schwierigkeiten der Erklärung der Sache, denn es dürfte noch schwerer, als für die Zerstörung all dieser Keime durch einen äußeren Einfluß, für den gänzlichen Mangel der Materie an bestimmten Stellen und zwar auf beiden Seiten der Meridianlinie bis hart an die Augen eine Ursache auszudenken sein. Und wenn auch die Phantasie hierzu hinreichen sollte, so müßte man doch die bisherige Anschauungsweise von der Entstehung der Organe aufgeben, daß nämlich an dem für ein Organ bestimmten Ort die kleinen, schon vorhandenen Zellen sich zusammengruppiren und auf diese Weise die Anlage des Organes bewirken; denn da in der Richtung der Meridianspaltung das Schleim= oder Visceralblatt, sich in Ausrankungen bis in die Nähe des Gehirnes hinaufschiebt, so wäre eine Verwachsung beider Augen nach Vollendung dieses Vorganges, wegen dieser Zwischenlage, schon nicht mehr möglich und es müßte die Verwachsung bis in die Zeit der sich ausgleichenden Dotterspaltungen zurückgeführt werden. Zu dieser Zeit aber haben sich, nach den gewöhnlichen Vorstellungen, die Zellen noch nicht zu den einzelnen Organen gruppiren können, und es müßte also angenommen werden, daß sie sich jetzt verfrühet und zwar an einem anderen Orte als gewöhnlich, nämlich zu beiden Seiten der Meridianspalte, zu einem, in ein einziges Auge zusammenfließenden Zellenmasse vereinigten.

Man sieht, zu welchen sonderbaren Annahmen die weitere Verfolgung der Idee der Entstehung des (hier nur als Beispiel gewählten) Einauges (Monoculus) durch die Verwachsung beider Augen führen müßte. — Beinahe noch klarer in die Augen fallend ist aber die Unhaltbarkeit des Gedankens, daß der Monoculus durch Verödung des einen Auges entstanden sei; denn hier frägt sich sogleich, wie es komme, daß er immer in der Meridianlinie liege, da der, durch die Verödung des einen Auges leer gewordene Platz doch nur durch die un=

mittelbar denselben umgebenden Körpertheile ausgefüllt werden kann, und diese kleinen Ortsveränderungen doch nicht so weit auf das zweite Auge wirken können, um dasselbe immer in die Mittellinie zu führen, und wie es komme, daß immer sämmtliche Theile, welche zwischen dem verödeten und dem erhaltenen Auge liegen, bei dem Einauge fehlen.

Dieselben Einwendungen erheben sich auch, wenn man die übrigen einzähligen Organe durch Verwachsung der paarigen oder durch Verödung des einen der paarigen Theile erklären will. Was die angenommene Verwachsung der Organe betrifft, so sollte auch der Umstand ein ernstliches Bedenken gegen diese Vorstellung erwecken, daß immer nur die gleichnamigen Theile mit einander verwachsen gefunden werden, und nie die ungleichnamigen, z. B. eine Niere mit der Leber, ein Auge mit dem Ohr der andern Seite u. s. w.

Aehnliche und noch andere wichtige Bedenken zeigen sich ferner, wenn man die gewöhnliche Annahme, daß die Doppelfrüchte durch Verwachsung zweier Früchte, und daß die überzähligen und zugleich am unrechten Orte erscheinenden Körpertheile durch Anwachsen (Transplantation) von Bruchstücken einer verödeten Frucht an irgend einer Stelle des Körpers entstanden seien. Ich will nicht die Möglichkeit in Abrede stellen, daß Zwillinge mit einander verwachsen können, und daß eine Transplantation stattfinden könne; ich behaupte aber, daß in der Regel, und zwar bei allen Exemplaren, die sich in hiesiger, reicher, Sammlung vorfinden, und die ich in anderen Orten gesehen habe, die Doppelfrüchte nicht der Verwachsung zweier Früchte ihren Ursprung verdanken können, und daß auch die Transplantation in der Regel eine unhaltbare Annahme sei. Bei allen von mir gesehenen Doppelfrüchten zeigte sich eine vollkommene Symmetrie zwischen beiden Früchten, so daß z. B die obere Rippe des einen mit der oberen Rippe des ander

die zweite mit der zweiten des anderen Kindes u. s. w. verwachsen waren [1]), und, wenn etwa beide nur einen Kopf hatten, ein gemeinschaftliches, vollkommen regelmäßiges Gehirn beide verband [2]). Diese Gesetzmäßigkeit könnte durchaus nicht in diesen Bildungen befolgt sein, wenn die Doppelfrüchte durch ein zufälliges Aneinanderwachsen von Zwillingen entstanden wären; denn es liegt kein Grund vor, warum nicht die erste Rippe mit der sechsten und der Kopf der einen Frucht etwa mit dem Rücken der andern Frucht verwachsen sollten. Wie aber z. B. ein gemeinschaftliches regelmäßig gebildetes Gehirn für Zwillinge und nur zwei Augen und zwei Ohren für Beide im Wege der Verwachsung sich bilden sollten u. s. w., möchte auch einer sehr schöpferischen Phantasie zu erklären nicht möglich sein.

Ebenso verhält es sich mit allen s. g. Transplantationen, die ich gesehen habe. Wählen wir zum Gegenstande unserer Untersuchung z. B. eine in der Freiburger Sammlung vorhandene Mißgeburt, bei welcher neben den regelmäßigen Gliedmassen, zwei, scheinbar an einander gewachsene Arme am Brustbeine herunterhängen und ein dritter Fuß am Becken befestiget ist, welcher aber am unteren in einen Doppelfuß, jedoch nur mit einem großen Zehen, übergeht [3]), so müssen wir, um die Entstehung dieser Mißgeburt durch Transplantation zu erklären, ein so wunderliches Zusammentreffen seltener und kaum möglicher Ereignisse annehmen, daß ein solcher Erklärungsversuch nur lächerlich erscheinen könnte. Es müßte angenommen werden: daß neben der Mißgeburt noch eine zweite Frucht existirt habe; daß diese Frucht gänzlich zerstört worden sei mit

---

[1]) Taf. 26. Fig. 3. Taf. 27. Fig. 1.
[2]) Taf. 39. Fig. 1.
[3]) Taf. 30. Fig. 1.

Ausnahme beider Arme und der Füße; daß beide Arme, nach dem Untergang des Körpers, an einander gewachsen seien; daß ebenso die Füße verwachsen seien mit Einschluß der beiden großen Zehen, welche, wie auch der Ober- und Unterschenkel in ein Organ verschmolzen sind, aber mit Ausnahme der acht übrigen Zehen; daß sodann die verwachsenen Arme sich an die Brust der zweiten Frucht angeheftet und das Brustbein durchbohrt hätten; die verwachsenen Füße aber eine mehr gesetzmäßige Anheftungsstelle an der zweiten Frucht, nämlich an dem Becken gefunden hätten u. s. w.

Wir werden aller dieser fruchtlosen Geistesanstrengungen, um aus einem mannigfaltigen Zusammentreffen von Umständen die Entstehung der Mißgeburten zu erklären, durch einen einzigen Gedanken enthoben, die Erkennung des Gesetzmäßigen auch in den Mißgeburten; denn auch die Mißbildungen entwickeln sich nach ganz bestimmten Bildungsgesetzen. — Die, statt der paarigen Organe auftretenden, einzähligen Organe liegen stets in der Mittellinie, was zu dem Schlusse berechtiget, daß sie durch ein bestimmtes Gesetz diese Lage erhalten haben. Wenn wir aber nach dem oben Gesagten annehmen müssen, daß diese Organe nicht erst von beiden Seiten nach der Mittellinie verschobene und sodann verwachsene Gebilde sind, so müssen wir zugeben, daß sie an dieser Stelle aus der Keimmasse sich gebildet haben müssen, und ist dieses der Fall, so ist es klar, daß an diesen Stellen die Meridianspaltung nicht durch die Keimmasse gedrungen ist. Die Entstehung dieser einzähligen Organe beruht auf einem mangelhaften Vorgang, der nicht gehörig durchgeführten Keimspaltung, und somit sind das Einauge, das Einohr, die Sirenenbildung (s. g. zusammengewachsene Füße) sämmtlich Hemmungsbildungen.

Die gleichfalls die Bildung der Doppelfrüchte beherrschende Gesetzmäßigkeit muß uns auf ähnliche Gedanken führen. Da

aber hier statt einem Gebilde zwei vorhanden sind, wie auch in einzelnen Körpertheilen statt einem Organ sich nicht selten zwei vorfinden, so wird hier zunächst der Gedanke sich aufdringen, daß hier nicht, wie z. B. bei dem Monoculus, die gesetzmäßige Keimspaltung zurückgeblieben sei, sondern daß eine solche zu viel eingetreten sei. Diese Vermuthung erhält durch eine (erst nach Jahren nach der von mir aufgestellten Lehre von den Keimspaltungen gewonnene) Beobachtung eine glänzende Bestätigung. Valentin nämlich, welcher in der ersten Entwicklungsperiode begriffene Fischeier, die beschmutzt waren, durch Abbürsten zu reinigen versuchte, beobachtete, daß in vielen dieser Eier eine theilweise Doppelfrucht entstand, indem meistens der vordere Körpertheil in der Doppelzahl sich entwickelte. Diese Mißbildungen können aber doch wohl nur dadurch entstanden sein, daß bei dem Bürsten der Eier die Meridianspaltung so vollkommen im oberen und vorderen Theile durchdrang, daß der Keim an den Stellen, an welchen sich der Kopf und die vordere Körperhälfte bilden sollten, in zwei Keime sich spaltete, und daß hierauf jeder dieser Theile selbstständig nach den nämlichen Bildungsgesetzen sich entwickelte, die das Ganze beherrschten, und sich demnach zwei Köpfe, zwei paar Augen u. s. w. bildeten. Die Doppelfrüchte könnten übrigens auch auf eine zweite Art entstehen, und sind in diesem Falle ebenfalls Hemmungsbildungen. Wie ich schon mehrmals erwähnt habe, bilden sich die einzelnen Eichen im Eierstock ebenfalls in Mutterzellen oder aus gemeinschaftlichen Keimmassen, wie überhaupt alle Körpertheile. Ist dieses der Fall, so kann es geschehen, daß eine Spaltung die gemeinschaftliche Keimmasse nicht vollständig von einander trennt, und also die Eichen an irgend einer Stelle mit einander verbunden bleiben. Löst sich ein solches Doppelei los und wird es befruchtet, so entstehen hieraus zwei Früchte, die an der Stelle der Keimmasse, die

sich nicht von einander getrennt hat, gemeinschaftliche Organe besitzen, und also an dieser Stelle mit einander verwachsen zu sein scheinen.

Die Ueberzeugung, daß das Einauge, das Einohr, die Syrenenbildung u. s. w. Hemmungsbildungen sind, und aus nicht erfolgter Keimspaltung hervorgegangen sind, führt unmittelbar zu dem Gedanken, daß die Keimspaltung bei der Entwicklung der Frucht im Ei ein allgemeines Gesetz sein müsse, und daher die ganze Bildung der Frucht (Embryonalanlage) auf dieselbe zurückgeführt werden müsse. Haben wir erkannt, daß die paarigen Organe aus einem gemeinschaftlichen Keim durch Spaltung desselben entstanden sind, nach der Art der gewöhnlichen Zellenspaltung, so werden wir zu dem Schlusse geführt, daß auch diese Keimmasse der Abgrenzung aus einem größeren Ganzen ihren Ursprung verdanken müsse, und auch dieser größere Theil wieder durch Abgrenzungen entstanden sein müsse. Auf diesem Wege müssen wir zu der Annahme gelangen, daß die Keimstelle, und bei den Thieren, bei welchen der ganze Dotter sich zum Thiere umwandelt, der ganze Dotter, sich auf ähnliche Weise spalten müsse, wie wir dieses auch bei der Pflanzenzelle sehen. — Wir erkennen hierbei bald in einzelnen Theilen, daß die aus gemeinschaftlichen Keimmassen hervorgehenden Abgrenzungen oft eine verschiedene Bedeutung haben, indem sie entweder Theile des Ganzen bleiben und in einem ähnlichen Verhältniß zu einander stehen, wie in der Pflanze die verschiedenen Theile der Pflanzenzelle, oder sich von einander gänzlich abgrenzen und, wie nach der Zellenspaltung der Pflanze, besondere Theile darstellen.

Die Entstehung der paarigen Organe aus gemeinschaftlichen Keimmassen und überhaupt aller kleineren Theile aus größern, im Wege der Keimspaltung, hat zur nothwendigen Folge, daß nicht alle Organe an den für sie bestimmten Stellen

des Körpers entstehen können, sondern daß sie erst dahin geführt werden müssen. Liegt z. B. die gemeinschaftliche Keimmasse für beide Augen und beide Ohren in der Mittellinie, so müssen nothwendig die Keime zu jedem einzelnen Aug und Ohr eine Ortsveränderung vornehmen, um an die für sie bestimmte Stelle zu gelangen, und liegt, wie ich später zeigen werde, die gemeinschaftliche Keimmasse für die Hoden nahe dem Mittelpunkte des Körpers, so muß jeder Hode eine weite Wanderung unternehmen, um im Hodensack anzukommen. Wir gelangen demnach zu dem Gesetze der Keim- oder Zellenwanderung. Es wird sich zeigen, daß beinahe alle Theile des Körpers Ortsveränderungen eingegangen haben.

Einige Beispiele mögen hier zeigen, wie es möglich ist, auf dem angegebenen Wege die ursprüngliche Lage der Keime und einen großen Theil der Bildungsgeschichte der einzelnen Organe ins Klare zu setzen. (Ich habe in meinem Lehrbuche der Physiologie eine vollkommene Darstellung der Entwicklungsgeschichte nach der Lehre von den Keimspaltungen gegeben, und habe bisher nicht allein nichts Irrthümliches in dieser Darstellung, sondern vielmehr manche weitere bestätigende Thatsachen für dieselbe aufgefunden). Das Auge: die Entstehungsstelle des Auges ist, wenn wir das Einauge für eine Hemmungsbildung ansehen dürfen, in der Mittellinie. Wir erkennen oft in den verschiedenen uns zu Gebote stehenden Exemplaren des Einauges alle Grade der mangelhaften Meridianspaltung. Ein vollkommenes Ausbleiben muß da angenommen werden, wo das Auge eine Ausbildung zeigt, wie eines der paarigen Augen [1]), oder auch ganz unvollkommen ist [2]). In ihrem Anfange zeigt sich die Spaltung in denjenigen Augen, in welchen

---

[1]) Taf. 24. Fig. 1.
[2]) Taf. 25. Fig. 3.

die vordere und hintere Augenkammer noch ungetheilt erscheinen, aber die Linse schon paarig vorhanden ist [1]). Eine Uebergangsstufe bildet die guittarrenförmige Pupille [2]). Sodann schreitet die Spaltung durch die vordere Augenkammer [3]), und endlich trennt sie auch die hintere Kammer und also die ganze Keimmasse in zwei Organe. Wenn wir die Linse als einen dem Zellenkern analogen Theil betrachten dürfen, so sehen wir hier die Keimspaltung der Augen nach den nämlichen Gesetzen erfolgen, wie wir in Pflanzen- und Thierzellen häufig die Zellenspaltung sich bilden sehen, nämlich von dem Zellenkerne beginnend. Eine Folge dieser Vorgänge erkennen wir noch in einer andern Art von Hemmungsbildung, nämlich einer nicht erfolgten Schließung der Spaltung, in der gespaltenen Regenbogenhaut (Coloboma Iridis) [4]), welche ohne Zweifel dadurch entsteht, daß die durch die Meridianspaltung gespaltene Iris sich nicht mehr schließt (also ein dem gespaltenen Rückgrat analoger Bildungsfehler). Diese Art Mißgeburten und ihre Uebereinstimmung mit der, im normalen Zustand auch vorkommenden Spaltung der Iris [5]), lassen kaum einen Zweifel übrig, daß schon in der zuerst sich abgrenzenden Keimmasse für die Augen im Inneren die Abgrenzungen erfolgen, aus welchen späterhin die einzelnen Theile des Auges werden.

Da die Meridianspaltung im Monoculus entweder gar nicht oder nur unvollständig durch das Auge geht, so ist es klar, daß die Abgrenzung der Keimmasse für die Augen schon vor der Durchdringung des Thierkeimes oder des Dotters durch die Meridianspaltung (welche ich für die zweite senkrechte

---

[1]) Taf. 25. Fig. 1.
[2]) Taf. 24. Fig. 3.
[3]) Taf. 25. Fig. 2.
[4]) Taf. 26. Fig. 4.
[5]) Taf. 5. Fig. 10.

Dotterspaltung halte) geschehen ist. Zu dieser Annahme werden wir auch dadurch geführt, daß bald nach der Ausgleichung der Dotterspaltungen und mit dem Ovalwerden des Dotters oder der Keimstelle schon ein Emporrücken des Visceralblattes in der Mittellinie vor sich geht, und also es jetzt schon unmöglich wird, daß für beide Augen eine gemeinschaftliche Keimmasse sich bilde.

Unmittelbar unter dem Monoculus und ebenfalls in der Mittellinie liegend, befindet sich eine einzählige Thränenkarunkel [1]). Dieses drüsige Organ entsteht also für beide Augen zusammen ebenfalls aus einer Keimmasse und theilt sich demnach auch durch die Meridianspaltung. Von der unteren Seite des Auges rückt es nach Innen und Oben empor, was auf eine theilweise Drehung des Augapfels um seine Axe hinweiset.

Indem die beiden Hälften der gemeinschaftlichen Keimmasse der Augen, also die zwei Augen, sich von einander trennen, schieben sich verschiedene Theile hinter ihnen hinauf und zwischen ihnen durch, wodurch beide endlich an den Ort ihrer Bestimmung gelangen. Zu diesen Theilen gehören namentlich Theile des Schleim- oder Visceralblattes, die bis in die Stirnhöhlen hinauf sich ziehen, das Siebbein und die zwischen den Augen befindlichen Theile. In den von mir untersuchten Exemplaren vom Monoculus fehlte immer das Siebbein. Die Nasenbeine fehlen ebenfalls in allen den von mir selbst gesehenen Exemplaren und dagegen hängt eine zapfenförmige Hautgeschwulst, oft vorn mit Haaren besetzt, von der Stirne über das Auge herab, was darin seine Erklärung findet, daß, wenn die Theile, welche die Nase bilden, nicht an den Ort ihrer Bestimmung gelangen und veröden, bei der Ausgleichung der Dotterspaltungen (Umstülpung der nach Innen gesenkten Theile) nicht

---

[1]) Taf. 24. Fig. 1. und Taf. 25. Fig. 3.

durch die Nasenbeine und die übrigen hieher gehörenden Theile ausgefüllt werden, sondern als ein Hautbalg herabhängen. Mit dem Monoculus sind sehr häufig andere, aber aus derselben Ursache entspringende, Bildungsfehler verbunden, beinahe immer die erwähnte Hautgeschwulst, die einzählige Thränenkarunkel, ungetheiltes großes Gehirn [1]), ein mittlerer Zahn im Oberkiefer [2]) und zuweilen verwachsene (nicht getheilte) Ohren [3]), was darthut, daß die Meridianspaltung bei der nämlichen Frucht oft an mehreren Stellen nicht hindurch zu dringen vermag.

Die gemeinschaftliche Keimmasse der Ohren liegt ebenfalls in der Mittellinie und wird, wie die der Augen, vor der zweiten senkrechten Dotterspaltung gebildet. Da oft der Monoculus und das Einohr mit einander verbunden sind, und unmittelbar neben einander liegen, und da aus den angegebenen Gründen kleinere Keimmassen immer selbst wieder aus Keimspaltungen hervorgehen, so ist kaum zu bezweifeln, daß beide Augen und beide Ohren ebenfalls aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse (einer Mutterzelle oder gemeinschaftlichen Bildungszelle) entstehen. Auch zwischen den sich spaltenden Keim der Ohren schieben sich von unten emporsteigende Theile ein, welche zum Theil liegen bleiben, wenn der nicht sich trennende mittlere Keim ihnen im Wege liegt. So namentlich wird in der Regel die Zunge am Weiterrücken gehindert, welche man sodann in einem Säckchen eingeschlossen weiter unten am Halse in einer kropfartigen Geschwulst findet [4]). Mancherlei weitere Vorgänge, die Bildung des Gehörorganes und der damit im Zusammenhang stehenden Theile, z. B. die Entstehung des Zungenbeines, sind ebenfalls durch die bei Mißgeburten aufgefundenen Hem-

[1]) Taf. 25. Fig. 6 und Taf. 24. Fig. 2.
[2]) Taf. 25. Fig. 3.
[3]) Taf. 26. Fig. 1.
[4]) Taf. 21. Fig. 1, 2 und 3.

mungsbildungen erst ans Licht gezogen worden. Es liegt übrigens außer dem Plane dieses Werkes, bis in diese Einzelheiten vorzuschreiten, weßhalb ich hier auf mein Lehrbuch der Physiologie verweise.

Zu den interessantesten Bildungsvorgängen, welche uns durch die Mißgeburten deutlich gemacht wurden, gehört ferner die Entstehung der vier Gliedmaßen und des Ober- und Unterkiefers aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse. Daß diese Keimmasse ebenfalls in der Mittellinie sich bilde, und zwar im Mittelpunkte des in der Umwandlung begriffenen Dotters oder der Keimstelle, geht aus folgenden Thatsachen hervor: Bei der vollkommenen Sirenenbildung (s. g. zusammengewachsene Füße) erscheint die Mißbildung nicht als ein zusammengewachsener Fuß, sondern nur als ein Organ, z. B. nur mit einem Oberschenkelknochen und einzähligem Schienbeine und Wadenbeine; die nämlichen und ähnlichen Gründe aber, welche das Einauge und das Einohr nicht als zusammengewachsene Theile anerkennen lassen, liegen auch hier vor. Noch mehr springt aber dieses in die Augen, wenn wir zwei Arme an einander gewachsen finden [1]; denn es ist doch nicht anzunehmen, daß der ganze, zwischen ihnen liegende, Körper vollkommen zerstört werden soll und die sodann übrig bleibenden Arme mit einander verwachsen sollen. Diese und andere, in meinem Lehrbuche der Physiologie und meinem physiologischen Atlas in größerer Anzahl gesammelte, Wahrnehmungen führen uns zu dem Schlusse, daß beide Arme und beide Füße je aus einer Keimmasse hervorgegangen sind. — Erkennen wir aber die Richtigkeit dieser Annahme an, so folgt ferner aus Folgendem, daß sowohl der gemeinschaftliche Keim für beide Arme, als der für beide Füße im Mittelpunkte des Körpers lagen. Ist bei Mißgeburten mit

[1] Taf. 30. Fig. 1 und 2.

überzähligen zusammengewachsenen Armen [1]) diese Mißbildung nicht durch Verödung einer Frucht und Zusammenwachsen der Arme zu erklären, so kann sie nur aus einer verdoppelten Spaltung des gemeinschaftlichen Keimes für beide Arme der nämlichen Frucht entstanden sein. Ist dieses aber der Fall, so sind die Arme nicht in die Brust hineingewachsen, sondern sind aus derselben herausgewachsen, und der gemeinschaftliche Keim für die Arme lag also im Innern des Körpers. Hieraus folgt fernerhin, daß die Abgrenzung der Keimmasse der Arme ebenfalls sehr frühzeitig geschah, da nämlich den Armen späterhin kein Weg nach außen mehr offen stand, und die Keime von ihnen nur bei Ausgleichung der Dotterspaltungen, namentlich der Horizontalfurchung, nach außen gelangen konnten.

Was die Füße betrifft, fand ich bei allen vollkommenen Sirenen (einzähliger Fuß) die Kniescheibe immer nach hinten gerichtet [2]), und der Fuß hatte also eine verkehrte Stellung. Hieraus folgt, daß, bei der Spaltung der gemeinschaftlichen Keimmasse für beide Füße oder auf dem Wege der Anheftung jedes Fußes am Orte seiner Bestimmung, jeder Fuß eine halbe Drehung um seine Axe gemacht haben müsse (wie auch die Keime der Augen). Suchen wir den Platz der Abgrenzung des gemeinschaftlichen Keimes, so kann derselbe unmöglich die Stelle, an welcher die Füße sich befinden, gewesen sein, da das Ende der Wirbelsäule zwischen denselben liegt, und es muß derselbe nothwendig in der Mittellinie und demnach vor der Wirbelsäule gesucht werden. Nehmen wir aber noch die Anheftungspunkte der Muskeln zu Hilfe, so werden wir durch die beiden Psoas (Beugemuskel des Oberschenkels) bis zu dem letzten Rückenwirbel und ersten Lendenwirbel geführt. Suchen

---

[1]) Taf. 30. Fig. 1 und 2.
[2]) Taf. 28. Fig. 1.

wir aber mit Hilfe der Muskelverbindung die Stelle auf, an welcher der gemeinschaftliche Keim für beide Arme im Innern des Dotters oder der Keimstelle sich abgrenzte, so werden wir durch die Abtheilung des breiten Rückenmuskels, welche sich an den Oberarmknochen ansetzt, bis in die Nähe der Abgrenzungsstelle des Keimes für die Füße geführt. Wenn wir nämlich annehmen dürfen (was ich in meinem Lehrbuche der Physiologie nachzuweisen versucht habe), daß auch die Muskeln ursprünglich Theile einer Zelle sind und zwar zur Zellenwandung gehören, so läßt sich die Verbindung fern liegender Theile durch Muskeln dadurch erklären, daß der, eine Ortsveränderung vornehmende Theil entweder durch eine, sich öffnende, größere Zelle hindurchging und hierbei mehr oder weniger Muskelfasern, welche sich an ihm anhefteten, mit sich zog, oder ein Theil seiner eigenen Substanz an seinem Ursprungsorte haften blieb, und es dient mithin der Lauf der Muskelfasern von einem Orte zum andern als Leiter zur Auffindung des Weges, den der Keim bei seiner Ortsveränderung genommen hat. — Finden wir aber, daß die Keime für die Arme und die Füße ursprünglich neben einander lagen, so werden wir kaum mehr zweifeln, wenn wir überhaupt die Keimspaltungen annehmen, daß die Arme und die Füße aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse sich gebildet haben.

Daß auch der Ober- und der Unterkiefer aus der gemeinschaftlichen Keimmasse der Gliedmaßen ihren Ursprung nehmen, schließe ich aus mehreren Thatsachen, worunter auch der Lauf der Muskeln gehört. Um jedoch diesen Beweis durchzuführen, müßte ich zuerst es darthun, daß der Warzentheil des Schläfenbeines nur ein an dasselbe angewachsener Knochen ist, und nicht zu ihm, sondern zu den Kiefern gehört und ein dem Ellbogenknorren analoger Theil ist, und daß das Zungenbein nur ein in die Muskeln des Halses eingeschobenes Knochenstück ist, was

uns zu weit von der Hauptaufgabe dieses Buches abführen würde. Ich verweise, was diese Verhältnisse betrifft, auf mein Lehrbuch der Physiologie, und führe hier von den, von dem Zuge der Muskeln herzunehmenden Beweisen nur an, daß das erwähnte Knochenstück, jedenfalls aus dem Innern des Körpers emporgestiegen sein muß, was die Anheftung des von dem Schlüsselbeine (dem Endstücke des Oberarmes) und dem Brustbeine ausgehenden Muskels, M. sternocleidomastoideus, an dasselbe schon vermuthen läßt. Im übrigen begnüge ich mich, hier auf eine in der Freiburger Sammlung befindliche Mißgeburt hinzuweisen [1]), welche in einem großen, mit Faserbündeln erfüllten Hautsack besteht, welcher mit einem Bruche, in dem Gedärme liegen, versehen ist, und in dessen Mitte eine Knochenblase sich befindet, von deren einem Ende ein großer, offenbar zu den Gliedmaßen gehörender und mit einem Gelenke versehener Knochen angeheftet ist, und an dessen vorderem Ende zwei große Unterkiefer sich befinden. Es hat hier ohne Zweifel eine zerstörende Kraft sehr frühzeitig auf das Centrum der in der Entwicklung begriffenen Keimmasse gewirkt, so daß sich keine Rückensaite gebildet hat, und daher alle knöchernen Theile in ihrer ursprünglichen Lage blieben, wobei sich nur einige Keime derselben, namentlich die des Unterkiefers, entwickelten.

Nach diesen und andern Betrachtungen kann ich als die Stelle, an welcher die Keimmasse der Gliedmaßen und der Kiefer sich abgrenzt, einen Kreis um den Mittelpunkt des Dotters oder der Keimstelle bezeichnen, nämlich zunächst der Keimmasse, welche zum Keime der Rückensaite wird. Die Rückensaite, welche der zuerst eine größere Festigkeit erlangende Theil in der Frucht ist, muß nothwendig in der frühesten Zeit ein rundlicher Kern sein und kann erst, wenn der Dotter oder

---

[1]) Taf. 20. Fig. 4.

das werdende Thier oval wird, seine längliche Gestalt annehmen. Die durch die Dotterspaltungen in einzelne Keime zerbrochene Bildungsmasse der Gliedmaßen (zu welchen die Rückensaite sich wie ein Kernkörperchen, Nucleolus, verhält), werden aber mit der Ausgleichung der Dotterspaltungen nach der Peripherie geführt und gelangen auf diese Weise an den Ort ihrer Bestimmung, an dem sie sich erst später entwickeln.

In den Theilen des Dotters oder der Keimstelle, welche zum s. g. Schleim- oder Visceralblatt wird, aus welchem Lunge, Darmkanal, Nieren u. s. w. sich bilden, werden die Bildungsvorgänge von denselben Gesetzen beherrscht, wie in den Theilen, aus welchen die Organe für die thierischen Verrichtungen werden. Von den paarigen Organen liegen Beweise vor, daß sie aus gemeinschaftlichen Keimmassen entstehen. Wie es ein nicht in zwei Halbkugeln getheiltes großes Gehirn gibt, ist auch zuweilen die Lunge einfach, und wie die Augen, die Ohren u. s. w. einzählig und in der Mittellinie erscheinen, zeigen sich auch die Nieren und die Hoden einfach [1]), und dieselben Gründe, welche bei den ersteren Organen darthun, daß die einzähligen Organe nicht aus Verwachsung von zweien entstunden, sondern Hemmungsbildungen sind, liefern auch den Beweis in Beziehung auf die paarigen Organe des Visceralblattes. Wir sehen ferner, wie schon erwähnt, aus dem gespaltenen Zäpfchen, der gespaltenen Schleimhaut des Rachens [2]) und der gespaltenen Zunge [3]), daß auch eine Meridianspaltung durch das Darmrohr und die damit im Zusammenhange stehenden Theile gieng, und erkennen an den, in manchen Mißgeburten vorkommenden, Querspaltungen des Darmkanals [4]), daß auch

[1]) Taf. 32. Fig. 3.
[2]) Taf. 34. Fig. 4.
[3]) Taf. 37. Fig. 2.
[4]) Taf. 28. Fig. 2 und Taf. 29. Fig. 1.

in anderer Richtung gehende Keimspaltungen, wie in den animalen, so in dem vegetativen Blatte vorkommen.

Endlich führe ich als einen Gegenstand, der unsere Vorstellungen von den Keimspaltungen noch mehr zu vervollständigen vermag, die an den s. g. Horngebilden, Haaren, Federn u. s. w., gemachten Wahrnehmungen an. Wir finden nicht selten Haarbälge [1]) und Federnbälge, welche schon für sich auf gemeinschaftliche Bildungsstätten der Haare hinweisen, und finden auch zuweilen ähnliche Mißbildungen in diesen Horngebilden, wie in den übrigen Theilen der Frucht, z. B. Federn mit doppeltem Schafte [2]), was, wie die Doppelfrüchte, die zweifache Erklärung zuläßt, daß ein Theil des Keimes doppelt gespalten wurde, und daß ein Keim, welcher sich hätte vollständig trennen sollen, nicht vollständig gespalten wurde, so daß statt zwei Federn nur eine sich bildete. Nehmen wir nun an, daß die einzelnen Haare und Federn aus gemeinschaftlichen Bildungsstätten mit andern entstanden sind, und betrachten die Art ihrer Lagerung in der Haut und die Zeichnungen in der Färbung der Haare, so hält es nicht schwer, namentlich beim Rindvieh und den Pferden, in manchen Gruppirungen und Färbungen diejenigen Haare zu erkennen, die aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse hervorgegangen sind. Wir finden selbst, daß die Haare mancher, am Körper getrennt liegender Theile, namentlich der vier Füße, in ihren ursprünglichen Keimmassen in der Nachbarschaft lagen oder selbst aus einer gemeinschaftlichen Bildungssubstanz hervorgiengen, worauf wenigstens die oft über alle vier Füße sich fortsetzende Zeichnung in der Färbung der Haare hinweiset. Als die Entstehungsstellen für die gemeinschaftlichen Keime der Haare habe ich in meinem Lehr-

---

[1]) Taf. 39. Fig. 6 und 7.

[2]) Taf. 39. Fig. 8.

buche der Physiologie die Kreuzungspunkte, welche durch die Längespaltungen, namentlich die Meridianspaltung, mit den Querspaltungen in der Bildungssubstanz der Haut entstehen, angegeben. Die ursprünglichen Keime oder Mutterzellen der Haare liegen ursprünglich tief in den Furchungen, (wo sie wahrscheinlich aus einer sich bildenden Intercellularsubstanz entstehn) und werden mit der Ausgleichung der Spaltung emporgehoben und zugleich in sehr zahlreiche, bis zur Faserung gehende Spaltungen in Einzeltheile, Haare, getrennt, die bei dieser Spaltung und Umstülpung der Mutterzelle, nach bestimmten Gesetzen geordnet, in die Lederhaut eingesenkt, sich erhalten.

Diese Annahme fand ich unlängst auf eine glanzvolle Weise bestätiget, als ich die Bedeutung der Theile am Skelett der Fische zu erforschen strebte. Ueber dem eigentlichen Skelett, nämlich nach oben über den Dornfortsätzen, und nach unten unterhalb der Rippen, befinden sich in kleinerem oder größerem Umfange noch je zwei Stockwerke eines Gerüstes, das scheinbar zum Skelette gehört. Da dieses Gerüste die Flossen und Flossenträger und also Bewegungsorgane sind, könnte man glauben, daß sie zu den Gliedmaßen der Fische gehören; dieses ist aber nicht der Fall; denn dieses sind allein die seitlich hervorwachsenden Brust- und Bauchflossen. Die Trennung dieser Gebilde vom Skelette zeigt aber an, daß sie nicht zu diesem, sondern zu den Hautgebilden gehören, und die Uebereinstimmung zwischen den Schwanzflossen der Fische mit dem Schwanze der Pferde und der Rückenflossen mit dem Kamme der Pferde bestätiget diese Vermuthung und weiset diesen, in der Meridianspalte stehenden, Flossen den (morphologischen) Werth der Vorgebilde an. Suchen wir nun nach der Ursprungsstelle dieser Gebilde, so finden wir, daß immer zwei Flossenträger in dem Zwischenraume zwischen den Dornfortsätzen zweier Wirbel wurzeln, und also genau an der Stelle liegen, die ich als die Bildungs-

stellen der gemeinschaftlichen Keimmassen der Haare angegeben habe, nämlich an den Kreuzungspunkten zwischen den Länge- und Querspaltungen. Immer liegt ein Paar der Flossenträger an dem Punkte, welcher durch die Durchkreuzung der Meridianspaltung mit den die Wirbel abgrenzenden Querspaltungen gebildet wird.

Diese, in jeder sich entwickelnden Frucht vorkommenden, Keimspaltungen, würden uns, wenn wir auch nicht auf anderm Wege zu der Ueberzeugung gelangt wären, daß im thierischen Körper, wie in der Pflanze, Zellen sich bilden, auf eine Aehnlichkeit zwischen diesen Vorgängen und den in den Pflanzenzellen vorkommenden Zellenspaltungen hinweisen. Bei Betrachtung mancher Organe aber tritt es uns klar vor die Augen, daß nicht allein die Gewebezellen Zellen sind (was man mikroskopisch nachgewiesen hat), sondern auch größere Körpertheile, und zwar erkennen wir in diesen Organen Doppelzellen, welche immer in einer kleineren und einer größeren Kammer bestehen. Das Auge z. B. wird man wohl, ohne daß man die Phantasie zu sehr sich betheiligen läßt, als ein Gebilde ansehen dürfen, in welchem sämmtliche Bestandtheile einer Zelle vorhanden sind, wobei die Linse als der gemeinschaftliche Zellenkern und die vordere Augenkammer als die kleinere und die hintere als die größere Hälfte der Doppelzelle betrachtet werden müssen.

Der Körper im Ganzen erscheint uns als doppelte Zelle, wenn wir nämlich die Schädelhöhle mit der Wirbelhöhle als ein Ganzes und als die kleinere Kammer, und die Brust- und Bauchhöhle zusammen als die größere Kammer betrachten. Indem eine Anzahl Querspaltungen durch diese Doppelzelle hindurchgieng, die übrigens nicht an allen Stellen vollkommen durchdrangen, namentlich bei den meisten Wirbelthieren nicht am Bauche, bildeten sich, der Länge nach liegende, Abtheilungen, und der ganze Körper wurde demnach zu einer Doppel-

wirbelsäule. Die Wirbelkörper bilden in dieser, in viele Abtheilungen getrennten, Doppelzelle, den Zellenkern; die Wirbelbögen mit den dazu gehörenden Weichtheilen bilden die Zellenwandung der kleineren Kammer, und die Rippen nebst den dazu gehörenden Weichtheilen und der Wandung des Unterleibes die Zellenwandung der größeren Kammer. Diese ist durch das Zwerchfell (wahrscheinlich an der Stelle der ersten Querspaltung entstanden) in zwei größere Abtheilungen getrennt.

Betrachten wir beide Arme in der Lage, wie ihre Bauanlage in dem gemeinschaftlichen Keime vor der Spaltung desselben durch die Meridianspaltung gewesen sein mußte, und wie wir es theilweise noch in Mißgeburten sehen, so erkennen wir auch in ihnen eine Doppelzelle und zwar, wie im Körper im Ganzen, eine Doppelwirbelsäule. Die Mittelhandknochen und die drei Glieder der Finger, von beiden Seiten zusammen also acht Glieder, bilden die Zellenwandung der kleinen Kammer, die Vorderarmknochen, der Oberarmknochen, das Schulterblatt und das Schlüsselbein von beiden Seiten bilden die Zellenwandung der großen Kammer, und die Handwurzelknochen bilden den Zellenkern. Durch die Querspaltungen wurden in der kleineren Kammer Abtheilungen hervorgebracht, wie die Bogen der Wirbelsäule und wie die Rippen. Zu demselben Resultate gelangen wir, wenn wir uns die beiden Füße in ihrer ursprünglichen Verbindung denken (wobei die Beckenknochen, wie bei den Armen das Schulterblatt und das Schlüsselbein, mitgezählt werden müssen). Ja, mehrfache Betrachtungen, namentlich über Mißgeburten, ließen in mir keinen Zweifel, daß beide Arme und beide Füße zusammengenommen ursprünglich eine Doppelzelle oder Doppelwirbelsäule darstellen. Betrachten wir z. B. in der schon oben erwähnten Mißgeburt [1]) den nicht

---

[1]) Taf. 30. Fig. 1.

getrennten Unterfuß, so zeigt uns die einzählige große Zehe (c), daß hier eine Spaltung nicht hindurchdrang, während dieses an den übrigen Zehen geschehen ist. Die große Zehe bildete also den Schlußstein der Zelle auf der einen Seite; ein solcher fehlt aber offenbar auf der andern Seite, und die Zelle ist hier in der Mitte durchgeschnitten. Wenn wir nun aus den oben schon angeführten Gründen annehmen müssen, daß Füße und Arme aus einer gemeinschaftlichen Keimmasse entspringen, so läßt uns die vorliegende Mißgeburt keinen Zweifel darüber übrig, daß an die quer durchbrochene Zelle der Unterfüße sich die der Hände anreihe, wo der Daume gegenüber der großen Zehe den andern Schlußpunkt bildete. Hieraus läßt sich auch erklären, warum die große Zehe und der Daumen ein Glied weniger besitzen, als die übrigen Zehen und Finger; denn wenn wir die Abtheilungen Keimspaltungen zuschreiben, die der Länge nach über den gemeinschaftlichen Keim giengen, so läßt sich wohl denken, daß gegen die beiden Enden oder die Pole hin die letzte Spaltung keinen Raum mehr fand, um durchzudringen, und also die große Zehe und der Daumen eine Abtheilung weniger erhielten, als die übrigen Zehen und Finger.

In ähnlicher Betrachtungsweise stellen sich der Ober- und Unterkiefer als eine Doppelzelle und Doppelwirbelsäule dar, wovon die Zähne die Kerne, und die Knochen bis zu den Nasenbeinen die Wirbelbögen bilden. Ja, hat man die Art der Keimanlage in den Gebilden, in welchen sie deutlicher zu Tage liegt, vollständig aufgefaßt, so erkennt man sie auch in Organen wieder, in welchen durch mancherlei Umstände die Deutlichkeit des Bildes verloren ging. Solche störende Verhältnisse sind namentlich die einen Keim durchbrechenden Blut- und Nervenbahnen und Durchrankungen vom Schleim- oder vegetativen Blatte. So giengen z. B. durch das Gehörsorgan in einer früheren Entwicklungsperiode starke Blutbahnen hindurch, welche

als Kiemen erschienen, und starke Durchrankungen durch das Schleimblatt sind am ausgebildeten Körper noch zu erkennen, und das große und kleine Gehirn (die beiden Kammern der Doppelzelle) sind von den centralen Enden sämmtlicher Nervenbahnen des Körpers durchbrochen. — Ich habe in meinem Lehrbuche der Physiologie den Versuch unternommen, für sämmtliche Theile die von ihnen in der Embryonalanlage behauptete Stelle aufzusuchen, und ich glaube, derselbe ist mir so sehr gelungen, daß ich z. B. bei jedem einzelnen Knochenstücke und bei jedem einzelnen Muskel die morphologische Bedeutung anzugeben im Stande war.

Sind wir zur Ueberzeugung gelangt, daß die Bauanlage der Frucht durch Keimspaltungen bewirkt werde, so werden wir, noch bevor wir einen Blick auf die Vorgänge im Ei geworfen haben, theils aus den Mißbildungen und theils aus der Organisation des entwickelten Körpers selbst entnehmen können, nach welchen Gesetzen die Keimspaltungen von statten gehen und in welchen Vorgängen die Bildungsbewegungen in ihren Anfängen bestehen müssen. An dem Körper im Ganzen erkennen wir an den oft vorkommenden, offen gebliebenen Spaltungen, z. B. dem gespaltenen Rücken, der Hasenscharte und der offenen Darmrinne, so wie an der Theilung des großen Gehirnes in zwei Halbkugeln, der Lunge in zwei Hälften u. s. w., daß eine, den Keim in zwei seitliche Körperhälften theilende Längespaltung stattgefunden haben müsse. An dem Zwerchfell, welches die untere (vordere) Körperkammer in zwei Abtheilungen scheidet, und an den vielen Abtheilungen der Wirbelsäule sehen wir, daß eine Anzahl Querspaltungen stattgefunden haben müsse. Ebenso erkennen wir an der gänzlichen Abschließung des Gehirnes und Rückenmarkes in eine eigene Kammer (Zelle) und der des vegetativen Blattes in eine andere (die obere und die untere Körperkammer), daß eine Horizontalspaltung vorge-

kommen sein müsse. Die verschiedenen Schichten endlich von Haut, von Muskeln, Knochen, und die ganz deutlich vorkommenden kernartigen Körper, wie z. B. die Wirbelkörper, lassen eine Spaltung des Keimes in einen Kern und verschiedene Schichten der Zellenwandung annehmen. — Ganz Aehnliches sehen wir auch, wenn wir die Einzeltheile untersuchen. An der Trennung der beiden Arme und der beiden Füße nach den zwei seitlichen Körperhälften erkennen wir eine Meridianspaltung. Andere, der Länge nach gehende, Spaltungen sehen wir in ihren Resultaten in der Theilung der Finger und der Zehen in die einzelnen Glieder. Die diese Spaltungen senkrecht durchschneidenden Keimspaltungen, wodurch die einzelnen Finger und Zehen von einander getrennt werden, sind Querspaltungen. Die Abgrenzungen der Hand- und Fußwurzelknochen von den Mittelhand- und Mittelfußknochen und den Vorderarm- und den Unterschenkelknochen sehe ich als eine Folge der Kernbildung und der horizontalen Keimspaltung an. Sehr deutlich gibt sich auch in den Augen dasselbe Gesetz der Keimspaltung kund.

Nachdem wir bis zur gegenwärtigen Stelle unserer Untersuchung vorgedrungen sind, ohne das Ei und die in ihm stattfindenden Vorgänge zu betrachten, und ausschließlich auf diesem Wege schon zu dem Gesetze der Keimspaltungen und den Hauptbestimmungen desselben gelangt sind, führe ich nun dem Leser dieser Schrift die ersten Vorgänge im Dotter vor Augen, in welchen sich nothwendiger Weise jenes Gesetz wieder erkennen lassen muß. Da im Wesentlichen die ersten Vorgänge im Ei bei sämmtlichen Wirbelthieren, so viel man weiß, gleich sind, mit dem Unterschiede jedoch, daß bei manchen Thieren, namentlich den Säugethieren, dieselben sich nur auf die Keimstelle beschränken, und bei andern sich über den ganzen Dotter ausbreiten, und da an dem Froschei die Erscheinungen sehr deutlich sind, gebe ich die Beschreibung der ersten Entwicklungsvorgänge

nach meinen Beobachtungen am Froschei. — Die Dotterkugel des Froscheies besteht, unmittelbar vor dem Abgang der Eier aus dem weiblichen Körper, außer der Dotterhaut, aus zweierlei Arten von Dotter und dem Keimbläschen, welches nach der Befruchtung nicht mehr zu finden ist und daher wahrscheinlich während der Befruchtung sich auflöst. Die zwei Arten des Dotters sind die dunkelbraun aussehende und die weißliche Dottermasse. Die erstere, welche sich später zum s. g. animalen Blatte umwandelt, nimmt die obere Hälfte, die letztere, welche zum vegetativen oder Schleimblatte wird, die untere Hälfte der Dotterkugel ein; jedoch sind beide Dotterarten nicht scharf von einander geschieden, sondern fließen an den Grenzen in einander über. Beide Dotterarten bestehen aus Dotterkörnern und einer gestalt- und farblosen, beinahe ganz flüssigen Substanz.

Nach dem oben Gesagten läßt sich erwarten, daß die ersten Bildungsvorgänge diejenigen Keimspaltungen sind, wodurch die Bauanlage der Frucht im Ganzen bewirkt wird, und daß ein großer Theil der Ortsveränderungen der Keime auf dieselben unmittelbar folge, denn theils grenzt sich das Kleinere immer aus dem Größeren ab, und theils können die im Inneren entstehenden Keime, wie namentlich die der Gliedmaßen, in einem späteren Zeitraum nicht mehr nach außen treten. — Die erste Bewegung, welche wir sehen, ist eine in der Mitte der oberen Wölbung der Dotterkugel beginnende und allmälig über den ganzen Dotter, senkrecht durch die Mitte, laufende Spaltung, welche den Dotter in zwei, in der Mitte zusammenhängende, sich abrundende Halbkugeln scheidet. Die zweite Bewegung ist eine gleiche senkrechte Dotterspaltung, welche die erste rechtwinklich durchschneidet und die vorhandenen zwei Halbkugeln je in zwei Theile, also den ganzen Dotter in vier, scheidet. Die dritte ist eine horizontal den Dotter durchdringende, aber nicht den Mittelpunkt desselben durchschneidende, sondern etwas

über demselben hingehende Spaltung, wodurch aus den bestehenden vier jetzt acht Theile werden. Indem die entstandenen Theile sich abzurunden streben, verschieben sich die Furchenlinien etwas. Jeder der neugebildeten Körper trennt sich aber von Neuem in zwei Theile und diese nochmals, und so schreitet, so weit die Beobachtung dem Vorgange folgen kann, die Zweitheilung fort, wobei die Oberfläche des Dotters auf einer Uebergangsstufe wie aus vielen Körnern, ähnlich einer Maulbeere, zusammengesetzt erscheint (die Maulbeerform), endlich aber für das unbewaffnete Auge keine kleineren Körper mehr zeigt, sondern glatt erscheint. Während die kleineren Abtheilungen entstehen, entziehen sich die drei Hauptspaltungen der Wahrnehmung, und die, zuerst nur in der oberen Hälfte der Dotterkugel liegende, dunkelbraune Dottermasse umzieht hautartig die weiße Dottermasse bis zum untersten Punkte der Dotterkugel, wo die letztere zuletzt noch durch eine kleine runde, in ersterer offen gelassene Stelle einige Zeit hindurch zu sehen ist, bis auch diese sich schließt. (Vergl. Taf. 1. Fig. 6—14.)

Bringen wir, während dieser Vorgänge, von Zeit zu Zeit Einiges von der Dottermasse unter das Mikroskop, so finden wir allmälig kuglicht zusammenhaltende Theile, und zur Zeit, in welcher die dunkelbraune Dottermasse die weiße hautartig umzieht, erkennen wir dieselbe gänzlich aus kleinen kuglichen Massen (etwa von einer 100 bis 80 Linien im Durchmesser) zusammengesetzt, welche einen Kern und hautartig zusammenhaltende Wandung besitzen, also Zellen sind. (Taf. 1. Fig. 23.)

Schon in den Jahren 1828 bis 1830 habe ich die Dotterspaltungen bis zu diesen kleinen Körpern verfolgt und die Entstehung der letzteren als das Endresultat der ersteren angegeben. Wenn sich nun seitdem die Meinung gebildet hat, daß diese Zellen, welche man für Gewebezellen hält, die einzige bleibende Folge der Dotterklüftungen seien, so muß ich bemerken,

daß ich zwar die Idee der Entstehung der Gewebezellen aus den Dotterklüftungen als die meinige betrachte, denn früher ist sie wohl nicht ausgesprochen worden; daß ich aber auch den größeren Spaltungen eine bleibende Bedeutung zuerkenne. — Wenn uns die Untersuchungen über die Mißgeburten zur Annahme der Keimspaltungen, als den Grund der Embryonalanlage, führen, und wir erkannt haben, daß einzelne Keime ursprünglich im Inneren liegen, so können wir nicht anders, als schon in den ersten zwei senkrechten Dotterspaltungen und in der wagerechten Spaltung Keimspaltungen erkennen; denn nicht allein zeigen jene drei Spaltungen die drei verschiedenen Richtungen, die wir als nothwendige Keimspaltungen gefunden haben, sondern wir erkennen auch unmittelbar eine große Bewegung in der Dottermasse, indem die blos den obern Theil der Dotterkugel einnehmende dunkelbraune Dottermasse sich über die ganze Oberfläche des Dotters hinzieht, und also theilweise sich von Innen nach Außen und von Oben nach Unten bewegt, und es ist, unmittelbar nach der Ausgleichung der Dotterspaltungen, der ganze Dotter mit einer peripherischen hautartigen Schichte umkleidet was eine spätere Wanderung der Keime nach der Oberfläche nicht wohl mehr zuläßt, sondern dieselbe als schon geschehen anzeigt.

Ich halte die erste senkrechte Spaltung für diejenige, durch welche die Längenaxe des Thieres quer gespalten und also der Körper in eine vordere und hintere Körperhälfte getheilt wird. Die zweite senkrechte Spaltung halte ich für die Meridianspaltung, und die wagerechte Spaltung für diejenige, wodurch die obere Körperkammer, welche die Centraltheile des Nervensystemes in sich schließt, von der unteren oder vorderen Körperkammer, welche das ganze vegetative Blatt enthält, abgegrenzt wird. Der Grund, warum ich die erste senkrechte Spaltung nicht für die Meridianspaltung, sondern für die erste Querspal-

tung halte, liegt darin, daß die Keimmasse für die Augen und Ohren ursprünglich eine einheitliche war und also vor der Entstehung der Meridianspaltung sich abgegrenzt haben muß, was dieser Keimmasse den Werth eines Zellenkernes für die vordere Körperzelle beilegt, und daß auch auf der Entwicklungsstufe der Thierwelt die Spaltungen der Längenaxe, also Querspaltungen, früher vorkommen, als die Meridianspaltung, wodurch das Thier in zwei symmetrische Seitenhälften getheilt wird, was erst bei etwas höher stehenden Thieren, z. B. den Insekten, gefunden wird. — Durch die untergeordneten Querspaltungen wird die Wirbelsäule gebildet.

Wir müssen außer den erwähnten, in der Peripherie des Dotters sich ausdrückenden Spaltungen, und zwar schon vor denselben beginnend, wahrscheinlich unmittelbar nach dem Platzen des Keimbläschens, eine Abgrenzung von einem Kerne für das Ganze annehmen, welcher Theil ohne Zweifel, als Kernkörperchen, die Keimmasse für die Rückensaite enthält. Mit dieser Abgrenzung des Kernes oder bald nachher beginnt auch eine peripherische Abgrenzung sich zu bilden und es entstehen schichtenförmige Spaltungen, welche aber, da die ganze Bildungsmasse noch breiartig weich ist, nur nach Anwendung künstlicher Mittel, einigermaßen erkannt werden können, und auf deren Vorhandensein man aus den Resultaten der Bildungsvorgänge schließen muß. Man muß auch annehmen, daß sich immer zuerst die Zelle bilde, bevor die Axenspaltungen eintreten.

Bei der Vorstellung, die man sich vom Ganzen bildet, muß endlich auch der Umstand in die Berechnung gebracht werden, daß auch bei denjenigen Eiern, bei welchen die Bildungsprozesse nicht blos auf eine Keimstelle beschränkt bleiben, sondern sich über den ganzen Dotter ausbreiten, doch die Bewegungen nicht überall gleichmäßig beginnen, sondern immer von einer bestimmten Stelle anfangen, so daß also auch eine

Abgrenzung einer peripherischen Schichte, gegenüber dem centralen Kern, nicht gleichmäßig in der ganzen Peripherie geschieht, sondern dieselbe zunächst an einer Stelle beginnt, nämlich in dem mittleren Theil des animalen Blattes, und sich allmälig über den Dotter ausbreitet.

Der Umstand, daß nach der Ausgleichung der Dotterspaltungen und auch schon einige Zeit vorher, namentlich bei der Maulbeerform des Dotters, die ersten großen Dotterspaltungen, welche nach meiner Lehre von den Keimspaltungen die Hauptabtheilungen des Körpers anzeigen, nicht mehr sichtbar sind, ist die einzige Einwendung, welche gegen die von mir aufgestellte Lehre von der Embryonalanlage durch Keimspaltungen vorgebracht worden ist, die eine Würdigung verdient. Ich glaube, diese Einwendung durch folgende Betrachtung gänzlich beseitigen zu können: Meine Untersuchungen über die Hemmungsbildungen sind selbstständige Forschungen, deren Resultate jedenfalls ihre Geltung behaupten, wenn die Thatsachen, von denen die Untersuchung ausgieng, nämlich vorzüglich das Vorkommen der erwähnten Mißgeburten, richtig sind, und kein Fehler in der Logik begangen wurde. Sollten daher bei Untersuchungen über die Vorgänge im Ei Erscheinungen bemerkt werden, welche den Resultaten meiner Forschungen zu widersprechen scheinen, so wird hierdurch doch niemals eine Wahrheit, die schon festgestellt ist, umgestoßen werden können, sondern in diesem scheinbaren Widerspruch nur eine Aufforderung liegen, das Mittel der Ausgleichung desselben aufzufinden. Es liegt aber in der That dasselbe auf flacher Hand; denn eine etwas sorgfältigere Beobachtung der Vorgänge im Ei und eine Vergleichung derselben mit den Ergebnissen dieser Bewegungen wird zeigen, daß ein Sichtbarbleiben der großen Dotterspalten bei dem Fortgange der Bewegungen eine reine Unmöglichkeit ist. Man vergißt bei jenem Urtheil, daß

nicht die Spalten das Wesentliche sind (wie wenn etwa die Abtheilungen durch eine nach bestimmten Richtungen schnell wachsende Haut gebildet würden), sondern die Ansammlungen der Dottermasse um Mittelpunkte, wodurch die Klüftungskugeln gebildet werden, der Gegenstand der Beurtheilung sind, und daß die Gestalt der Furchungen wechseln muß, je nach dem sich Anziehungspunkte im Inneren bilden. Es müssen die tiefen ersten Spalten schon dadurch unkenntlich werden, daß die großen Klüftungskugeln in viele kleine Körper zerfallen, die wegen den neu entstandenen Furchungen, sich in die vorhandenen freien Räume drängen. Die Dotterspalten müssen sich aber jedenfalls bei den bedeutenden Ortsveränderungen, welche in den Zeitraum der Ausgleichung der Dotterspaltungen fallen, ausfüllen; denn nicht allein zieht sich ein peripherisches, hautartiges Gebilde jetzt um den ganzen Dotter herum, so daß die in der Tiefe der Furchungen liegenden, zur Haut gehörenden Theile emporgehoben werden, sondern eine große Anzahl Keime zu besondern Körpertheilen wird durch diese Spalten mit auf die Oberfläche geführt, wie namentlich die für die Augen, die Ohren, die Gliedmaßen und die Kiefer, und die sämmtlichen Keime für die Horngebilde. Bei einem Fischeie z. B. entstehen in der Meridianspaltung, insbesondere an den Kreuzungsstellen mit den Querspaltungen, durch welche die Wirbel sich abgrenzen, die Keime zu den Rückenflossen, und werden mit den Ausgleichungen der Furchungen in die Höhe gehoben, es muß daher jedenfalls die Meridianspaltung im Eie der Fische dem Auge entschwinden.

Da die erste Anlage der Organe jedenfalls einen vollständigeren Aufschluß über die, den Organismus beherrschenden Gesetze und die in ihm wirkenden Kräfte zu geben verspricht, als die bloße Weiterentwicklung derselben, so finden wir hierin eine Aufforderung, bei dem vorliegenden Gegenstand noch zu

verweilen, um wo möglich die Mittel oder die Kräfte aufzufinden, durch welche die Natur die Keimspaltungen und durch ihre Vermittlung den Bau des Körpers zu Stande bringt.

Ich habe schon in meinen früheren physiologischen Werken als dieses Mittel die durch die Befruchtung bewirkte Polarisation des Dotters erkannt. Die Gründe, welche diese Annahme rechtfertigen, theile ich in drei Reihen: erstens Gründe, welche aus den Vorgängen bei dem Befruchtungsakte und den nachfolgenden Bildungsbewegungen entnommen sind. Zweitens solche, welche uns die Versuche von Dubois über die electromotorischen Strömungen zur Hand geben. Und drittens solche, welche die, jetzt allgemein von den Chemikern angenommene electrochemische Theorie uns bietet. — Was die erste Reihe von Beweisgründen betrifft, so weise ich vorerst darauf hin, daß bei dem Akte der Befruchtung der, namentlich bei dem Manne, plötzlich eintretende Kräfteverlust so groß ist, daß derselbe unmöglich aus dem Verluste der gröberen Substanzen, die ohnehin schon außerhalb der Wege des Säfteumlaufes liegen, hergeleitet werden kann, und nur in einer plötzlichen Schwächung der electromotorischen Strömungen beruhen kann. Dieses legt dar, daß eine Entladung des electrischen Stromes im Körper stattfinden müsse und zwar auf den Samen und durch die Samenfädchen auf das Ei, was zu der weiteren Schlußfolgerung berechtiget, daß bei der Berührung der Samenfädchen mit der Dotterkugel in dieser electrische Gegensätze sich bilden. Ist es ferner ein Kennzeichen der stattfindenden Polarisation eines Körpers, daß derselbe zwei einander gegenüberliegende Punkte zeigt, die Anziehungsfähigkeit auf die Materie äußern, so tritt diese Erscheinung in den Dotterspaltungen überall hervor, indem immer zwei Klüftungskugeln durch Axenspaltung entstehen. Ebenso erkennen wir die den Körpern mit polarischer Wirkung zukommende Eigenschaft der Abhängigkeit der Pola-

ritäten von einander darin, daß die zwei Hauptträger der electrischen Gegensätze im Körper, welche aus den Dotterspaltungen hervorgegangen sind, die Nerven und das Blut, sich gegenseitig bedingen, so daß, abgesehen von dem Einfluß auf die Ernährnng, das Leben erlischt, wenn die Centraltheile des Nervensystemes zerstört werden, und ebenso plötzlich stille steht, wenn die Blutmasse hinweggenommen wird. Auch sehen wir, daß die durch die Dotterspaltungen erzeugten Theile durch ihre Wirkung auf einander ähnliche Erscheinungen veranlassen, wie in der äußern Natur Körper von electrischen Gegensätzen. Es beginnen mit den Keimspaltungen ohne Zweifel sogleich die electromotorischen Strömungen, wenigstens sind dieselben durch das Leben bedingt, und die Folge derselben ist nicht allein die Bewegung der Magnetnadel, sondern bei gewissen Thieren selbst die Erzeugung electrischer Schläge. Endlich zeigt sich auch die Uebereinstimmung der durch die Keimspaltungen erzeugten Körper mit denen von Körpern entgegengesetzter Electricität im Allgemeinen darin, daß, wie in diesen durch die Hervorbringung der electrischen Wirkung die Gegensätze ausgeglichen werden, die organischen Apparate schon durch die Erhaltung des Körpers im Zustande des Wachens erschöpft werden und wieder der Erzeugung neuer Gegensätze (vorzüglich durch das Athmen) bedürfen, was sich schon durch den steten Wechsel zwischen Wachen und Schlafen kund gibt, aber auch in den, schon früher erwähnten, Versuchen über die Reizbarkeit des Muskels sich erkennen läßt.

Aus den Versuchen über die electromotorischen Strömungen in den Nerven können wir für diejenigen Körpertheile, welche durch Nervenbahnen verbunden sind, also für die Centraltheile des Nervensystems und die peripherischen Theile, den Schluß ziehen, daß die Dotterspaltungen Polarisationen sind; denn da jedes herausgeschnittene Nervenstückchen, in welchem noch Lebens-

kraft ist, in der Weise ein polarisirtes Ganze darstellt, daß der electromotorische Strom immer peripolar ist, nämlich von der Aequatoriallinie nach den beiden Endpunkten geht, so muß auch nothwendiger Weise eine ganze Nervenbahn, von ihrem Endpunkte im Gehirne bis zu ihrem peripherischen Ende, sich ebenso verhalten, und die beiden Endpunkte stehen also im polaren Verhältniß. Da nun die centralen und die peripherischen Apparate aus der gemeinschaftlichen Keimmasse im Wege der Keimspaltungen sich gebildet haben, so kann nicht bezweifelt werden, daß mit der Befruchtung des Dotters Polarisationen in der Keimmasse ihren Anfang nehmen.

Den dritten Beweisgrund finden wir darin, daß, wenn, nach der von Berzelius und Humphry Davy festgestellten Lehre, stets electrische Gegensätze in den Substanzen vorhanden sein müssen, damit ein chemischer Prozeß erfolge, es eine unabweisbare Annahme ist, daß mit der Befruchtung electrische Gegensätze im Dotter geweckt werden, weil ohne dieselben die Prozesse der Thierchemie nicht ihren Anfang nehmen würden. Da nun aber die Substanzen, aus welchen der Körper besteht, für sich allein ebenfalls in einen chemischen Prozeß verfallen, welcher aber zu andern Resultaten führt, als die Prozesse der Thierchemie, nämlich in den Prozeß der Fäulniß, so werden wir zur Annahme gezwungen, daß durch die Befruchtung allgemeine Polarisationen festgesetzt werden, welche die electrischen Gegensätze in den Substanzen bestimmen, so daß die Bewegung der chemischen Atome in den Atomengruppen nur nach bestimmten, durch den Organismus angewiesenen Richtungen geschehen kann. Da hierdurch den Organen eine Mitwirkung in den Prozessen der Thierchemie angewiesen ist, also dieselben Polaritätswirkungen äußern, und da sämmtliche Organe durch die Keimspaltungen entstehen, so gelangen wir auch auf diesem Wege der Forschung zu dem Resultate, daß

mit den Keimspaltungen Polarisationen im Dotter oder der Keimstelle ihren Anfang nehmen.

So interessant uns das Ergebniß dieser Forschungen an und für sich erscheinen muß, nach welchem die Keimspaltungen oder die Polarisation des Dottes das Mittel sind, dessen sich die Natur zur Bewirkung der Bauanlage des Körpers bedient, so weicht die Freude über die Erweiterung unserer Kenntnisse doch dem erhebenden Gefühl, wenn wir sehen, wie die Natur mit so einfachen Mitteln so Großes zu vollenden vermag, daß aus einfachen Substanzen, eiweißartigen Körpern und Fetten, ein Gebilde entstehe, das nun der Erzeuger der erhabensten Gedanken wird.

Wir erkennen auch aus diesen Untersuchungen, daß ein Gesetz die ganze organische Natur beherrsche, denn nicht allein entstehen die Einzeltheile der Pflanze im Wege der Zellenspaltung, sondern es entwickelt sich auch der thierische Organismus durch dieselbe. Ein leitender Gedanke kann aber bei der Geltendmachung jenes Naturgesetzes, nach menschlichen Vorstellungen, nicht entbehrt werden.

Nachdem auf die angegebene Weise die Dotterspaltungen sich ausgeglichen haben, und von der dunklen Dottermasse eine hautartige Schichte über die ganze Dotterkugel sich ausgebreitet hat (im Froschei), so daß nur auf der untern Wölbung eine kleine runde Oeffnung bleibt, durch welche die weiße Dottermasse noch sichtbar ist, beginnt auf der oberen Wölbung der Dotterkugel, und bei Thieren, bei welchen die Embryonalanlage auf die Keimstelle sich beschränkt, auf der oberen Fläche des Keimes, eine neue furchenartige Vertiefung in der Meridianlinie sich zu bilden, welche von der oberen Wölbung des Dotters auf der einen Seitenwölbung desselben bis zum untersten Punkte sich herabzieht. (Im Hühnereie erscheint die Primitivrinne, wie auf Taf. 1. Fig. 18). In einem Kreise um das obere Ende dieser

Furche und von da auf beiden Seiten der Furche herablaufend grenzt sich die zunächst liegende Substanz (die Rückenplatten) von der nach unten und vorn liegenden (den Bauchplatten) ab, und somit hat sich nunmehr die Gestalt der Frucht (Embryo) im Allgemeinen gebildet, indem der Kreis um das obere Ende der Furche, das kolbige Ende der Figur, den Kopf darstellt, und die zwei zur Seite der Furche herablaufenden Wülste den Rücken des Thieres bezeichnen. In dieser Figur sehen wir bald in ihrer Peripherie eine neue Abgrenzung entstehen, wodurch zwei neue Wülstchen sich bilden, die sich am Rande der innern erheben, und welche, indem diese letzteren sich allmälig in sich zusammenziehen, sich nach und nach über die inneren hinlegen, wobei sich zuletzt die zwischen ihnen gebliebene Furche ganz schließt. Indem sich während dieser Vorgänge der Kopf des Thieres etwas nach vorn schiebt, geht die Dotterkugel oder das werdende Thier von der Kugelform in die ovale über. (Taf. 1. Fig. 15 und 16.)

Die Bedeutung der so eben beschriebenen Vorgänge scheint mir folgende zu sein: Nachdem die peripherische Schichte sich um den Dotter gezogen hat, wodurch die zum Thiere sich umwandelnde Dotterkugel zur Zelle geworden ist, beginnt derselbe Prozeß in den beiden Abtheilungen der, durch die Horizontalspaltung gebildeten, Doppelzelle. Während aber die Bildungsbewegung in dem Dotter im Ganzen an dem obersten Punkte anfängt und sich von da über den Dotter hinzieht, beginnt hier die Bewegung, wohl nach gleichem Gesetze, an dem Kerne der Doppelzelle (von der Rückensaite aus), und schreitet also in der oberen Zelle von unten nach oben und in der unteren von oben nach unten, in der Richtung der Zellenwandung, vor sich, so daß sich nach oben die Hüllen um die Centraltheile des Nervensystemes und nach unten die Hüllen um das Visceralblatt

bilden, bis zuletzt beide Zellen vollkommen geschlossen sind. Da die äußere Haut (cutis) zur Zelle im Ganzen und nicht zur Zellenwandung der einzelnen Kammern der Doppelzelle gehört, so ist es wahrscheinlich, daß auf dem Rücken die dünne Schichte Keimmasse, welche zur Haut wird, sich bei Entstehung der Furche nicht theilt, sondern nur einsinkt, und wenn die Hüllen um die Centraltheile des Nervensystems sich schließen, emporgehoben wird, wofür auch der Umstand spricht, daß ein Theil der Horngebilde, z. B. bei den Fischen die Rückenflossen, ganz in der Meridianspaltung liegen, was darauf hinweiset, daß sie nur aus der Tiefe in die Höhe gehoben werden. — Daß in der Richtung der Meridianspaltung von Neuem eine Furche entsteht, hat wohl darin seinen Grund, daß bei fortschreitender Entwicklung die durch die Meridianspaltung entstandenen zwei seitliche Theile der Keimmasse der oberen Körperzelle sich in sich zusammenziehen, und daß in den hierdurch entstehenden Raum zwischen ihnen die peripherische Hautschichte einsinkt.

Allmälig erkennt man noch andere Abgrenzungen und auch Hervorragungen, welche durch die Durchrankungen hervorgebracht werden. Sehr bald bilden sich am Halstheile unterhalb der Linie, die den Kopf begrenzt, auf jeder Seite eine Wulst, die sich in mehrere Theile spaltet und als Kiemen hervorwächst. Nach vorn sieht man, neben der Mittellinie zwei Wülstchen, die säulenartig neben einander stehen und wahrscheinlich die beiden Hälften des hervordrängenden Unterkiefers sind. Am Kopfende sieht man an den vordern seitlichen Hervorragungen zwei rundliche Stellen, was der Anfang der Augen ist. Etwas später bemerkt man am Rücken des Thieres schwache querlaufende Linien, wodurch die Abtheilung in Wirbel angezeigt wird.

Zerquetscht man eine aus dem Runden ins Ovale und Längliche übergegangene Frucht zwischen zwei Glasplättchen

oder zerlegt sie mit dem Messer, so schält sich aus ihr ein schon ganz fest gewordener und beinahe durchscheinender, spindel- oder fadenförmiger Körper heraus, welcher längs dem Rücken liegt, und die Rückensaite ist. Es ist dieses, nach meiner Ansicht, das frühere Kernkörperchen des Zellenkernes des Ganzen, was sich nun in die Länge zieht und die Grundlage für die Wirbelsäule wird. — Bald auch kann man andere Theile erkennen: längs der Rückensaite sich hinziehende und durch Querstreifen unterbrochene Stränge von Zellen, welches Muskelbündel der ersten Bildung sind. Auf der oberen Fläche der Rückensaite liegt ein Streifen mehr hellerer Zellen, welcher am oberen Ende in eine größere Anzahl von Zellen übergeht, und sich zum Rückenmark und Gehirn umwandelt. Auf der unteren Seite dagegen sieht man Reihen sehr dunkler Zellen, welche die Grundlage der großen Blutströme und Gefäße werden. Die Haut und alle Theile, welche zu unterscheiden sind, und bald auch das sich bewegende Herz sind aus Zellen zusammengesetzt, welche im ganzen Körper jetzt noch beinahe gleichartig sind, vorzüglich nur mit dem Unterschiede, daß die Zellen in der dunkelbraunen (animalen) Dotterschichte oder Schichtung des Thieres etwas kleiner und compacter sind, als die der weißen Schichte (Visceralblatt), welche bedeutend größer sind, und, zwischen den beiden Glasplättchen, jetzt noch beinahe zerfließen, und daß die die Rückensaite bildenden Zellen bald in der Substauz fester als alle übrigen sich zeigen und zugleich etwas durchscheinend sind. — Während manche Organe schon so frühzeitig zu erkennen, und selbst schon in materieller Umwandlung begriffen sind, ruhen die Keime anderer noch vollständig. Dieses ist namentlich hinsichtlich der Gliedmaßen der Fall, in welchen erst in einer spätern Periode der Entwicklungsprozeß beginnt.

In den bisher beschriebenen Vorgängen scheint die Art der Entwicklung im Eie aller Wirbelthiere im Wesentlichen

die nämliche zu sein. Dagegen hat die Natur bei solchen Thieren, von welchen das Ei nicht, wie das Froschei, so ganz der Einwirkung der Sonne und des Sauerstoffs der Atmosphäre offen steht, besondere Vorrichtungen ergreifen müssen, um die Wirkung der Sonne zu ersetzen und den Sauerstoff zu der sich entwickelnden Frucht hinzuleiten, was insbesondere bei den Säugethieren, und also auch beim Menschen, der Fall ist, bei welchen das Ei in einem ganz abgeschlossenen Raume sich entwickelt. Die höhere Temperatur, welche die warmblütigen Thiere zu ihrer Entwicklung nothwendig haben, erforderte es, daß die thierische Wärme auf das Ei wirke, weil der Temperaturgrad der Atmosphäre, etwa den in den Sandwüsten südlicher Klimate ausgenommen, wo das Strausenei durch die Sonne ausgebrütet wird, hierzu nicht hinreicht. Die Vögel sind daher von der Natur angewiesen, ihre Eier zu bebrüten, und bei dem Säugethiere entwickelt sich die Frucht im Inneren seines Körpers.

Die Zuführung des Sauerstoffes durch besondere Vorrichtungen, außer den Kiemen, ist bei den Vögeln und Säugethieren aus dem Grunde nothwendig, weil die Umgebung, in welcher sie sich befinden, eine hinreichende Kiemenathmung nicht zuläßt, weßhalb auch nur Kiemenspalten und nicht (wie bei den Froschlarven), nach außen tretende Kiemen bei diesen Thieren vorhanden sind. Bei den Vögeln ist die Einrichtung getroffen, daß vom Visceralblatte aus eine mit Gefäßen durchzogene Haut, die Allantois, herauswächst und sich an die poröse Eischale dicht anlegt, so daß also das in den Gefäßen derselben fließende Blut der Wirkung der Atmosphäre ausgesetzt wird, und dasselbe den Sauerstoff aufnehmen und zum Thiere geleiten kann, so wie auch auf dem nämlichen Wege die Kohle in Form der Kohlensäure aus dem Körper ausgeschieden wird. — Bei den Säugethieren und dem Menschen tritt ein ähnliches Gebilde aus dem Unterleibe heraus, der Nabelstrang, welches die beiden

Nabelarterien in sich schließt und die sich von denselben verzweigenden Gefäße auf eine ähnliche Weise, am Ende des Nabelstranges, in dem Mutterkuchen ausbreitet, wie dieses hinsichtlich der Gefäße der Allantois der Fall ist. Es kann aber hier das Blut nicht, wie das in der Allantois der Vögel, unmittelbar aus der Atmosphäre den Sauerstoff an sich ziehen, weil es nicht mit ihm in Berührung kommt, und es muß ihm daher derselbe zugeführt werden, was durch das Blut der Mutter geschieht. Diesem Zwecke entspricht die Art der Verbindung der Gefäße des Kindes mit denen der Mutter. Es münden zwar die Gefäße der Mutter nirgends in die des Kindes ein (was dem Kinde sehr gefährlich wäre, wenn nämlich von dem kräftigen Herz der Mutter das Blut auf die, im Anfange noch beinahe breiartigen, Organe des Kindes hingetrieben würde); aber an der Stelle, an welcher der Mutterkuchen an die Gebärmutter angeheftet ist, findet eine solche starke Entwicklung der mütterlichen Blutbahnen statt, und durch die Zottenbildung wird den von dem Kindeskörper herandringenden Blutgefäßen es gestattet, sich an so vielen Punkten an die feinen Gefäßschlingen des mütterlichen Körpers anzulegen, daß eine gegenseitige Einwirkung der durch die beiden Bezirke strömenden Blutmasse durch die feinen Gefäßwandungen hindurch (Endosmose) ermöglichet ist, und also an das Blut des Kindes von dem mütterlichen Blute Sauerstoff übergehen und von ihm an dieses Kohlenstoff abgegeben werden, und auch im Uebrigen ein Stoffwechsel zwischen beiden Blutmengen stattfinden muß, wie es die Gesetze der Thierchemie verlangen, so wie auch nothwendiger Weise die electrischen Verhältnisse beider Körper hier bestimmend auf einander wirken müssen.

Das Blut, welches an dieser Stelle nicht allein aus venösem Blute zu arteriellem wird (jedoch nicht so vollkommen roth, wie bei der später sich entwickelnden Athmung durch die Lunge),

sondern auch aus dem mütterlichen Blute ernährende Substanzen aufnimmt (was bei dem Athmen der Vögel durch die Allantois und bei dem Athmen der Fische und dem der Amphibienlarven durch Kiemen nicht stattfindet) fließt nun durch ein Gefäß, das als rückführendes Gefäß und seinem Baue nach als Vene bezeichnet werden muß, ob es gleich arterielles Blut führt, die Nabelvene, theils unmittelbar, theils durch einen Verbindungsast des Gefäßes mit dem Pfortaderblute theilweise in die Leber, und wird theilweise durch einen Verbindungskanal der Nabelvene mit der Hohlader in diese geleitet.

In der Leber, welche in der Frucht im Mutterleibe sehr groß ist, werden ohne Zweifel aus den, mit dem Blute der Nabelvene herbeiströmenden und aus dem mütterlichen Körper zugeführten, bildsamen (plastischen) Stoffen und vielleicht auch aus Substanzen im Pfortaderblute neue Blutkörperchen gebildet, welche mit der Gesammtheit des durch die Leber strömenden Blutes durch die Lebervene in die Hohlvene geführt werden, während ein Theil der Stoffe, vorzüglich aus dem Pfortaderblute, durch die Leber ausgeschieden wird und in das Kindspech übertritt. Mit dem venösen Blute der aufsteigenden Hohlvene mischt sich also ein Theil des arteriellen Nabelvenenblutes unmittelbar und das aus der Leber durch die Lebervene zurückfließende Blut.

Dieses gemischte Blut fließt durch die aufsteigende Hohlvene in die rechte Vorkammer des Herzens, wo auch das aus den oberen Körpertheilen zurückfließende venöse Blut einströmt und sich mit ihm mischt. Aus der rechten Vorkammer strömt die Blutmasse zum Theil durch eine Oeffnung in der Scheidewand zwischen der rechten und linken Vorkammer in die letztere ein, welche diesen Theil des Blutes in die linke Kammer treibt, die ihn in die große Schlagader stößt, und zum Theil gelangt sie in die rechte Herzkammer und wird von da in die Lungenarterie

getrieben, von wo aus sie aber nicht in die Lunge, die noch nicht athmet, fließt, sondern durch einen Verbindungskanal, den Botallischen Gang, in die große Schlagader gelangt, wo dieselbe mit dem aus der linken Herzkammer herbeigetriebenen Blute sich mischt und mit ihm in der großen Schlagader weiter geführt wird. Auf diese Weise gelangt also in der Frucht der Säugethiere und des Menschen durch die Schlagadern ein Blut zu den einzelnen Körpertheilen, das in seiner Qualität weit von dem der Thiere, die schon athmen, entfernt ist; denn es wird nur ein sehr kleiner Theil desselben in dem Mutterkuchen in arterielles umgewandelt, während dort alles Blut diese Veränderung erfährt, und es mischt sich außerdem dieses Blut mit sämmtlichem venösen, das aus dem Körper zum Herzen zurückströmt.

Wir können aus diesem Umstande zwei, für die ganze Physiologie wichtige Schlüsse ziehen: 1) Da die Ernährung der Frucht rasch geschieht, aber der Athmungsprozeß sehr unvollständig ist, oder vielmehr ein nicht vollständig arterielles Blut zu den Geweben gelangt (ähnlich wie bei den Amphibien), so läßt sich schließen, daß die arterielle Beschaffenheit des Blutes nur zum geringeren Theile für die Ernährung, aber zum großen Theile für die eigentlich thierischen Verrichtungen nothwendig ist, für die geistige Thätigkeit, die Muskelbewegung, die Empfindung. Es ist daher auch wahrscheinlich, daß in dem Augenblicke, als nach den ersten Athemzügen ein rein arterielles Blut bei dem Kinde über die Gewebe des Gehirnes und des ganzen Körpers hinstreift, eine große Veränderung im Gehirne hinsichtlich des geistigen Lebens eintrete. Und 2), wenn der Sauerstoff der Amosphäre vorzüglich zur Unterhaltung der thierischen Verrichtungen verwendet wird, so folgt, da immer eine beträchtliche Menge von Kohlensäure mit dem Athmen austritt, und also immer durch den Sauerstoff Kohlenstoffatome und

wohl auch andere chemische Atome aus den Substanzen herausgebrochen werden, daß zu den thierischen Verrichtungen, dem Denken, der Empfindung und der Muskelbewegung, immer chemische Atome verwendet werden (ohne Zweifel durch Verbrauch bei den electrischen Vorgängen). Es erklärt sich hieraus auch, warum bei der Frucht im Leibe die Ausscheidungen gering sind, z. B. die aus der Leber, welche für neun Monate in der verhältnißmäßig geringen Menge von Kindspech enthalten sind, weil nämlich der Verbrauch der Stoffe bei dem geringen Athmungsprozeß und bei den nur schwach von statten gehenden thierischen Verrichtungen nur gering ist.

Damit bei den Säugethieren das Eichen, das durch den Mutterkuchen und eine entsprechende Stelle in der Gebärmutter mit der Mutter in fortdauernder Verbindung unterhalten wird, an den hierfür geeigneten Ort gelange, aber zugleich verhindert werde, durch den Muttermund abzugehen, hat die Natur folgende Einrichtungen getroffen. Die Eier haben ihre Erzeugungsstelle in dem Eierstock und liegen in Bläschen, die Graafschen Bläschen, eingeschlossen. Gelangen sie zur Reife, so platzt das Graaf'sche Bläschen (etwa wie bei den Pflanzen eine Samenkapsel sich öffnet), das Eichen tritt heraus und gelangt in einen Gang, der zur Gebärmutter führt, die Fallop'sche Röhre. Bei dem Menschen kommt in der Regel alle vier Wochen ein solches Eichen zur Reife und tritt aus dem sich öffnenden Bläschen heraus, was mit einem Andrange des Blutes nach den Geschlechtstheilen und der Entleerung von einigem Blute (die monatliche Reinigung) verbunden ist.

Das Eichen gebraucht eine längere Zeit zur Zurücklegung des Weges durch die Fallop'sche Röhre, wo ihm die Möglichkeit, befruchtet zu werden, gegeben ist, indem der Samen bis dahin dringen kann. Hat ein Befruchtungsakt stattgefunden, so bildet sich schon vor der Ankunft des Eichens in der Gebärmutter im

Wege der Ausschwitzung eine Haut auf der inneren Fläche derselben, die hinfällige Haut; in welche das Eichen sich einsenkt, wornach sodann der zurückgestülpte Theil der Haut mit dem Theile derselben, der die innere Wandung der Gebärmutter überzieht, verwächst. Das Eichen wird hierdurch an irgend einer Stelle an der Wandung der Gebärmutter festgehalten, wo sodann auch der Mutterkuchen sich anheftet, und anderer Seits wird hierdurch die Oeffnung der Gebärmutter nach außen geschlossen und also dem Herausfallen des Eichens aus den Geschlechtstheilen vorgebeugt.

Außer der so eben beschriebenen äußersten Haut liegt die Frucht ferner in der schon ursprünglich vorhandenen Dotterhaut. Während des Durchganges durch die Fallop'sche Röhre legt sich aber auch bei dem Säugethiere, jedoch in viel geringerer Menge als bei dem Vogel, Eiweiß an, und es bildet sich zwar keine Eischale aber eine Schalenhaut, die bei dem baldigen Verschwinden des Eiweißes mit der ursprünglich vorhandenen Haut verwächst und unter den Fruchthäuten die Lederhaut (Chorion) darstellt. Endlich ist die Frucht von einer zarten Blase, dem Schafhäutchen (Amnion), welche mit Flüssigkeit, dem Fruchtwasser, gefüllt ist, umgeben. Diese Haut ist nicht sowohl ein Theil des Eies, als vielmehr ein vergänglicher Theil der Frucht selbst, indem sie eine Fortsetzung der Rückenplatten oder vielleicht eine peripherische, sich lostrennende, Schichte derselben ist, die sich mit Flüssigkeit füllt.

In der ersten Periode des Fruchtlebens ist auch, wie in dem Vogeleie, eine Dotterblase vorhanden, die hier aber den Namen Nabelblase führt, und im Vergleiche mit der Dotterblase des Vogeleies nur sehr unbedeutend ist und bald verödet. Die Natur hatte bei dem Säugethiere nicht nothwendig, der entstehenden Frucht einen beträchtlichen Vorrath von Nahrungs-

stoffen beizugeben, da derselben bald das nothwendige Material aus den Gefäßen der Mutter zugeführt wird.

Die Dotterspaltungen finden bei Säugethieren und wahrscheinlich auch dem Menschen statt, während das Ei noch in der Falopp'schen Röhre sich befindet. Bei den Vögeln, die schon in 21 Tagen bis zum Ausschlüpfen aus dem Eie sich entwickeln, also viel schneller als die menschliche Frucht, tritt die Allantois mit dem vierten und fünften Tage aus dem Körper hervor und legt sich an die Eischalenhaut an; es läßt sich aber nicht erwarten, daß im menschlichen Ei die Bildung des Mutterkuchens verhältnißmäßig gleich spät geschehe, da das Hühnchen doch noch mehr für die atmosphärische Luft durch die poröse Eischale hindurch zugänglich ist, als die menschliche Frucht im Körper der Mutter.

Die materielle Umwandlung der Substanzen, aus welchen die Frucht ursprünglich bestand, und die sich zuerst in der Rückensaite gezeigt hat, beginnt allmälig allgemein zu werden, und zwar schneller im animalen, als in dem vegetativen Blatte, welches erstere wegen seiner Durchsichtigkeit auch den Namen seröses Blatt erhalten hat. Es ist wahrscheinlich, daß schon in der noch weichen Masse der Keime die formelle Bildung der Einzeltheile weit vorwärts schreitet; die materielle Bildung (wie z. B. die Knochenbildung in dem Zahnsäckchen) geschieht aber zum Theil sehr spät. Die, manche Körpertheile durchziehenden Wandungen wachsen oft auch spät in den Richtungen, welche durch die ursprünglichen Keimspaltungen gegeben sind, wie z. B. in dem Herzen, welches zuerst als einfacher Schlauch sich darstellt, und das erst später durch zwei sich durchkreuzende Wandungen in die vier Abtheilungen getheilt wird.

Nachdem im Ei Kopf und Rücken des Thieres in den allgemeinsten Formen sichtbar geworden sind, (im Hühnerei) und hierdurch der Embryo eine birnförmige Gestalt erhalten

hat, welche in der Mitte die Primitivfurche zeigt, bilden sich in seinem Umkreise, in dem s. g. Gefäßhof, Blutinseln, welche sich verlängern, zusammenfließen und sodann die Kranzvene darstellen. Wahrscheinlich geschieht dieses in der Weise, daß sich hier Keimmassen zu Mutterzellen der Blutkörperchen bilden, und diese Mutterzellen einander entgegenwachsen und sich in einander öffnen, wobei die in ihren Wandungen zusammenwachsenden Zellen, das Gefäß, und der frei gewordene und allmälig in Bewegung gerathende Zelleninhalt das Blut werden. Auf diese Weise bildet sich allmälig ein ganzes Gefäßnetz, das zu größeren Stämmen sich vereinigt und durch dieselben mit dem Herzen (wahrscheinlich Zellenkern des ganzen Gefäßblattes) in Verbindung tritt. Die Blutinseln bilden sich im Hühnerei um die 16. bis 20. Stunde. Das Blut ist im Anfange mehr noch grau und blaßgelblich, erhält aber bald seine rothe Farbe.

Am Kopfende zeigen sich allmälig die einzelnen Abtheilungen des Gehirnes deutlicher. Die vordere Gehirnblase, großes Gehirn, ist im Anfange im Verhältniß zum mittleren Theile, den Vierhügeln (wahrscheinlich Zellenkern), und der hintern Blase, dem kleinen Gehirne, anfangs klein; dieselbe wächst aber, während sie sich zugleich in zwei seitliche Theile deutlicher spaltet, allmälig so sehr, indem sich die Nerven bilden, daß sie beim Menschen bald die Vierhügel und zuletzt auch das kleine Gehirn beinahe ganz bedeckt. Allmälig werden auch die übrigen Einzeltheile des Gehirnes deutlich. — Die im Anfange nur in geringer Zahl sichtbaren Wirbelplatten, vermehren sich bis zur gesetzlichen Zahl der Wirbel. Die Rückensaite aber, welche den Wirbeln ursprünglich zur Grundlage gedient hatte, verschwindet allmälig. — Die Augen treten stark hervor und die Einzeltheile in denselben sind nach und nach zu erkennen. — Die Ohren durchlaufen verschiedene Veränderungen, indem ein Theil des Gefäßblattes durch dieselben hindurchwächst, und einzelne Theile

des Organes einige Zeit hindurch als Grundlage der Kiemenbogen dienen. Wie ich oben schon zu zeigen versucht habe, wird ein Theil der gemeinschaftlichen Gehörszelle zum Zungenbein. — Die Gliedmaßen erheben sich erst spät als stumpfe Hervorragungen. Die Finger und Zehen sind im Anfange durch eine Haut verbunden, welche allmälig verschwindet.

In dem Visceralblatt zeigt sich längere Zeit noch eine Rinne, die Darmrinne, welche sich endlich schließt und das Darmrohr bildet. Durch Abgrenzungen entstehen die einzelnen Theile des Darmkanales. In der Mitte bleibt die Darmrinne lange offen, wodurch sie mit dem Nabelbläschen in Verbindung steht. — Als Ausstülpungen oder Anhänge des Darmrohres werden häufig die Lunge, die Allantois, die Leber, Milz, die Bauchspeicheldrüse und die Wolff'schen Körper, welche sich später beim Manne zu den Hoden und Nebenhoden und beim Weibe zu den Eierstöcken umwandeln, angesehen; sie bilden sich aber aus besonders abgegrenzten Keimen, deren ursprüngliche Lage ich oben, und vollständiger in meinem Lehrbuche der Physiologie, angegeben habe. Mit der Durchrankung des Visceralblattes durch verschiedene Körpertheile gelangen diese Keime, so wie auch andere Theile, z. B. die Schilddrüse, an den Ort ihrer Bestimmung und vollenden hier ihre Entwicklung. (Die Umwandlung der s. g. Wolff'schen Körper (ursprünglich Zellenkern der Visceralzelle) zu den Geschlechtstheilen habe ich nach den Untersuchungen von K o b e l t auf 46. Platte meines Atlas dargestellt). Die Hoden steigen erst im siebten Monat in den Hodensack herab.

In den großen Körpertheilen erkennt man immer deutlicher verschiedene Schichten, welche sie bilden. Die Wandungen der Höhlen des Körpers, so wie auch die Gliedmaßen, bestehen außer der Haut, welche dem ganzen Körper angehört, in der Regel aus zwei Schichten einer Knochenblase, welche aber z. B.

am Brustkasten in einzelne Abtheilungen getrennt ist, und der Muskelschichte, welche häufig in mehreren sich durchkreuzenden Muskelschichten besteht. (Es können diese Schichten als die die Zellenwandung zusammensetzenden Theile betrachtet werden). Ebenso zeigen kleinere Körpertheile mehrfache Schichten, wie z. B. das Gehirn: die graue und die weiße Substanz (abgesehen von den Nervenbahnen); das Auge: die verschiedenen Häute des Augapfels; das Darmrohr: die Schleimhaut mit der Schichte der Epithelialgebilde (feines Oberhäutchen) und der Muskelschichte (das Bauchfell bildet eigentlich keine Schichte des Darmkanals selbst, da derselbe in dieses nur eingesenkt ist) u. s. w. Man nimmt also eine Scheidung in Verschiedenartiges wahr, da anfangs die ganze Bildungsmasse, mit Ausnahme der Verschiedenheiten in der Dottermasse bei bestimmten Thieren (z. B. dem Frosche), eine gleichmäßige war.

Mit Hilfe des Mikroskopes ist es uns zum Theil gelungen, die Umwandlungen zu verfolgen, welche die kleinen Bildungskugeln, mit denen die Dotterspaltungen endigen, und die sich in Zellen umwandeln, allmälig eingehen. Es bilden sich jene Zellen nun in der Weise, daß in den kleinen Klüftungskugeln des Dotters sich ein Kern zeigt und in der den Kern umgebenden Dottermasse eine peripherische Schichte, also eine Zellenwandung, sich bildet (Vergl. Abbildungen Taf. 1. Fig. 22—32). Im Innern einer solchen Zelle können sowohl dadurch, daß sich der Kern spaltet, als auch dadurch, daß in dem Zelleninhalt Materie sich zu einem Kerne zusammenzieht, während der alte Kern vielleicht zur Kernfaser wird, und sich Zellenwandungen bilden, Spaltungen der Zelle in Abtheilungen und also Tochterzellen entstehen. Die Zelle kann sich spindelförmig in die Länge ziehen (geschwänzte Zelle) und mit andern Zellen der Art verwachsen, wodurch lange Fasern entstehen, und kann auch nach mehreren Richtungen in Fasern sich ver-

längern. Ferner kann die Zelle sich an zwei entgegengesetzten Stellen öffnen und die Zellenwandung der perlschnurartig sich an einander reihenden Zellen mit einander verwachsen, wodurch Röhren entstehen. Oder die Zellen liegen schichtenförmig über einander und verwachsen in ihrem Umfange mit einander, während sie sich auf ihren Flächen öffnen, wodurch ein Maschengewebe entsteht, das vielfach durchrankt werden kann. Manchmal bleiben sie auch geschlossen neben einander pflaster- oder mosaikartig liegen.

Wenn eine Zellenspaltung durch den Zellenkern geht, so kann der Kern, der vielleicht central lag, hierdurch randständig werden. Die Kerne können verschwinden, in ihrer ursprünglichen Form liegen bleiben, und auch zu einer, oder, wenn sie sich spalten, zu mehreren Kernfasern werden, welche eine besondere Bedeutung in dem Gewebe erhalten.

Wenn sich der Zelleninhalt zu Tochterzellen bildet, werden diese entweder, wenn die Mutterzelle sich öffnet, nach außen entleert, oder sie entwickeln sich innerhalb der Mutterzelle, was bei solchen, die sich zu Röhren umwandeln, eingeschachtelte Röhren und Fasern darstellt, bis die alten Mutterzellen untergehen, und das junge Geschlecht an ihre Stelle tritt. Der flüssige Zelleninhalt kann aber auch durch die Zellenwandung hindurchdringen und zu verschiedenen Zwecken verwendet werden.

Die Art der Zusammensetzung dieser Zellenwandung ist in der Regel nur bei einer Uebergangsform der Urzellen in der Frucht zu einer weitern Entwicklung zu erkennen, namentlich bei vielen Zellen im Froschei, wo ich die Zellenwandung als aus Molecularzellen, nämlich kleinen rundlichen Körperchen mit einem Kernchen bestehend, fand. Außerdem kann an der Zellenwandung, mit Ausnahme der von mir untersuchten Muskelzelle, nirgends eine besondere Construction erkannt werden.

Alte Mutterzellen verschwinden allmälig, wahrscheinlich im Wege der Resorption.

Was insbesondere die Blutkörperchen betrifft, so entstehen dieselben, wie schon oben gesagt wurde, aus jenen Blutinseln im Umfange der Frucht, die wahrscheinlich Mutterzellen sind, ferner in der Milz, wo man bei der ganz jungen Froschlarve eine große Anzahl von Bläschen mit Blutkörperchen gefüllt, findet, in der Leber, die dem Blute der Lebervene eine bedeutende Anzahl von farblosen Blutzellen liefert, und, wenn das Thier durch die Verdauungswege schon Nahrung zu sich nimmt, auf den Wegen der Milchsaftbereitung. — In jungen Froschlarven kann man die allmälige Umwandlung der Bildungszellen zu Blutkörperchen genau verfolgen, wenn man von Thieren von verschiedener Entwicklung Blut unter das Mikroskop bringt. Bei ganz jungen Larven sind die Blutkörper dunkle Kugeln, welche vollständig das Aussehen darbieten, wie die unmittelbar aus den kleinsten Klüftungskugeln entstandenen Zellen. Bei etwas größeren Larven findet man die Blutzellen noch rund, aber die dunkle Körnermasse schwindet allmälig. Die Zelle wird jetzt immer durchscheinender und zeigt eine peripherische Schichte oder Hülse, welche aus kleinen hellen Körperchen mit einem Kernchen (den von mir beschriebenen Molecularzellen) besteht. Zerplatzt eine solche Hülse, so entleert sich aus dem Innern ein durchscheinender feinkörniger Kern und ein kleines Häufchen dunklerer Körnchen. Sodann verliert sich allmälig das feinkörnige Gefüge der Zellenwandung. Das Blutkörperchen wird von jetzt an gelblich röthlich, plattet sich ab und wird zur Scheibe, und endlich zu einem elliptischen flachen Körperchen, das einen centralen Kern zeigt, und die vollkommene Blutfarbe angenommen hat. (Vergl. d. Abbildungen Taf. 1. Fig. 23 bis 31 und Taf. 2. Fig. 2.)

Auf ähnliche Weise, wie aus den erwähnten Blutinseln Gefäße und Blut sich bilden, entstehen die Nerven (Taf. 2. Fig. 3 bis 7), in dem die hierzu bestimmten Zellen sich in die Länge dehnen, an einander anwachsen und sich hier ohne Zweifel in einander öffnen, wodurch die Nervenröhre sich bildet, während der Zelleninhalt zum Axencylinder und den übrigen Theilen, welche die Nervenröhre ausfüllen, wird. Zum Theil mit Nervenfasern in Verbindung stehend, sind die s. g. Ganglienkörper, welche ziemlich große Zellen mit Kern und Kernkörperchen und oft mit einem schwarzen Körnerklümpchen sind. (Taf. 2. Fig. 5.)

Die quergestreiften Muskeln entstehen nach meinen Untersuchungen am Frosche aus perlschnurartig an einander liegenden Bildungszellen, von welchen bei sehr jungen Larven viele Stränge längs der Rückensaite zu sehen sind. Die Zellen öffnen sich in einander, wodurch Schläuche entstehen, und der Zelleninhalt wird zu neuen Zellen, welche sich ebenfalls an einander reihen und an einander wachsen, so daß die Neubildungen in den Mutterzellen eingeschachtelt sind, und dadurch überall Fasern erscheinen, wenn man den Muskelbündel der Länge nach zerreißt. Die Zellenwandung besteht, in einer Uebergangsform, aus den schon oben beschriebenen runden Körperchen mit Kernchen (Molecularzellen), welche sodann verschwinden und die Querstreifung der Zelle an ihre Stelle treten lassen. Dieses wird dadurch hervorgebracht, daß in jenen kleinen Körpern dieselben Bildungsvorgänge stattfinden, wie in den Bildungszellen im Ganzen, wodurch feine Fädchen entstehen, die die Zellenwandung bilden und welche, in dieser sich kreuzend, emporsteigen, und durch die regelmäßig gelagerten und ganz nahe an einander liegenden Kreuzungspunkte Verschiedenheiten in Schatten und Licht bilden, was dem Muskel des quergestreiften Ansehen gibt. Die Zellenkerne verlängern sich und liegen in der Länge der Zellenwandung. Jeder Muskelbündel ist von einer feinen

häutigen Hülle, dem Sarcolemma, umgeben. — Bei den glatten Muskelfasern öffnen sich die Zellen nicht in einander, sondern verlängern sich, mehr oder weniger spindelförmig, und wachsen an ihren Enden an einander. Die Construction der glatt aussehenden Zellenwandung ist unbekannt; nur ist ein großer Kern in der Zelle sichtbar (Taf. 2. Fig. 8 und 9.).

Die Haut besteht (bei dem Frosche) zuerst aus flächenartig an einander liegenden Bildungszellen. Die Faserzüge in der Haut, welche den Character des Bindegewebes (Taf. 2. Fig. 13) haben, scheinen mir dadurch zu entstehen, daß die Zellen seitlich an einander wachsen und sich zu Faserbündeln, welche vielfach sich durchkreuzen und maschenartig verflechten, umgestalten. Da im Innern der Zellen Neubildung ist und die Zellen auch sich öffnen, so wird durch die Verbindungen der Zellen der jüngeren Generation, sowie auch durch das Hindurchranken der Blutgefäße, Lymphgefäße und Nerven ein vielfaches Durchkreuzen von Fasern und Bahnen hervorgebracht. Die Bündel des Bindegewebes werden von elastischen Fasern durchzogen, welches vielleicht Kernfasern (möglicher Weise von den kleineren Zellen der Zellenwandung) sind. In der Haut finden sich, in den Gefühlswärzchen die Tastkörperchen (Taf. 2. Fig. 6) und in die Haut eingestreut liegen Schweißdrüsen (Taf. 2. Fig. 21) und Talgdrüsen (Taf. 2. Fig. 19). Da alle diese Theile aus den ursprünglich vorhandenen flächenartig liegenden Bildungszellen entstehen, so ist es mir wahrscheinlich, daß die verschiedenen Bestandtheile der Bildungszelle sich zu verschiedenen Theilen zu entwickeln vermögen. Während, nach meinen Beobachtungen zu schließen, die an einander wachsenden Zellenwandungen zu den Faserzügen der Haut werden, bilden sich vielleicht die Kerne der Bildungszellen zu andern Theilen um. Vielleicht werden an einzelnen Stellen die Kerne oder Kernkörperchen zu den Tastkörperchen, und wohl ent-

stehen auch auf ähnliche Weise die in der Haut liegenden drüsigen Theile.

In den Schleimhäuten tritt es beinahe noch greifbarer hervor, daß aus den ursprünglich vorhandenen Bildungszellen, nach den verschiedenen Theilen der Zelle verschiedene Gebilde werden; denn hier sind die Bildungszellen außerordentlich groß, so daß kaum anders angenommen werden kann, als daß ein Theil der Zelle zum Keim der drüsigen Theile werde, während ein anderer sich zu den, oft nur sparsam vorhandenen, zwischen den drüsigen Theilen liegenden Faserzügen umwandelt. (Taf. 2. Fig. 20 und 22).

In den Zwischenräumen vieler Gebilde, namentlich zwischen den Faserzügen des Bindegewebes unter der Haut liegen mehr oder weniger Fettzellen, (Taf. 2. Fig. 14) welches runde Zellen sind und einen randständigen, schwer sichtbaren, Kern besitzen. Da sie in Klümpchen beisammen liegen (Fetttäubchen), und auch der Kern immer randständig ist, was auf eine durch den Kern gehende Zellenspaltung hindeutet, so ist es wahrscheinlich, daß diese Klümpchen aus einer Mutterzelle entspringen.

Die obere Fläche der Haut und die innere Fläche der Schleimhäute, sowie auch die Flächen einiger andern Gebilde, bedecken die Epidermial- und Epithelialzellen (Taf. 2. Fig. 15 bis 18), welches geschlossene Zellen sind, die ohne Zwischenlage neben einander liegen. Die zunächst auf der Haut liegenden Zellen der Art, die Zellen der s. g. Schleimschichte oder des Malpighi'schen Netzes, sind Zellen, die etwas gefüllt sind, und einen Kern besitzen, und wohl die jüngern Zellen sind, wogegen die äußerste Schichte, die eigentlichen Epidermialplättchen (Oberhäutchen), vollkommen trockene und platt gewordene Zellen darstellen, in welchen kein Kern zu entdecken ist, und welche sich allmälig losschälen. Die die Schleimhäute bedeckende Zellen, die eigentlichen Epithelialzellen, besitzen einen

Kern, und sind entweder platte Zellen, das Pflasterepithelium, oder sie sind mehr oder weniger cylinderförmig, das Spindel- und Cylinderepithel. An manchen Stellen des Körpers besitzt das Epithel an der nach außen gerichteten Fläche haarförmige Verlängerungen, welche in steter lebhafter Bewegung sind, das Flimmerepithelium.

Zu den Epithelialgebilden (Horngebilden), werden mit Recht die Nägel und die Haare (Taf. 2. Fig. 19) gerechnet. Es haben die Nägel, wie die Oberhaut, zwei Schichten, die Schleimschichte und die Hornschichte, von welchen die erstere aus den weichern, jüngern Zellen besteht und die letztere aus trockenen Plättchen, die sich dadurch von Plättchen der Epidermis unterscheiden, daß sie einen Kern besitzen. Wie schon dadurch es wahrscheinlich wird, daß die sämmtlichen Finger und Zehen einen gemeinschaftlichen Keim haben, gehen sämmtliche Nägel aus einer Bildungsmasse, wahrscheinlich einem Zellenkern hervor; es wird aber diese Annahme außerdem durch die Mißgeburten bestätigt, in welchen die Knochen der Finger und der Zehen eine Knochenplatte und die Nägel der Finger, so wie die der Zehen eine Hornplatte sind [1])

Das Haar besteht aus fest aneinander geklebten Fasern, welche aus länglichen Zellen mit Zellenkern, ähnlich den glatten Muskelfasern, zusammengesetzt sind, und im Innern aus Markzellen, und außerdem aus einem feinen Oberhäutchen. Die Wurzel des Haares endigt mit einer Anschwellung, Zwiebel, welche fingerhutförmig auf der Haarpapille, welche zur Lederhaut gehört, aufsitzt und von dem Haarbalge eingeschlossen ist. Daß die Haare aus Mutterzellen entstehen, welche in den Kreuzungspunkten der Furchungen sich bilden, ist oben schon dargethan worden. (Taf. 2. Fig. 19).

---

[1]) Taf. 29. Fig. 3.

Außer den Zellen und deren einzelnen Theilen gibt es auch nicht organisirte Substanzen, welche Theile des Körpers bilden. Abgesehen von den flüssigen Stoffen, namentlich der farblosen Blutflüssigkeit (in welcher die Blutkörperchen schwimmen) und den zwischen den Zellen liegenden flüssigen Substanzen (Intercellularflüssigkeit) gibt es feste Substanzen, die für sich nicht das Gepräge einer Zelle oder eines Zellentheiles darbieten. Dahin gehört die structurlose und die körnige Grundsubstanz der Knorpel, welche nicht zu Knochen werden (bleibende Knorpel), in welcher Knorpelzellen und Knorpelkerne (Taf. 2. Fig. 12.) eingestreut liegen. Dieselbe ist wahrscheinlich das durch die Gefäße zugeführte Knorpelplasma, in welchem allmälig sich Zellen bilden, und enthält vielleicht auch die Substanz von zerfallenden Knorpelzellen. Das letztere scheint namentlich der Fall zu sein, wenn die Grundsubstanz faserig ist. Ferner gehören hieher die in die Knorpelzellen und Fasern der werdenden Knochen (Taf. 2. Fig. 10) eingestreuten erdigen Substanzen, vorzüglich die phosphorsaure Kalkerde, wahrscheinlich die Pigmentkörner in den Pigmentzellen, die Margarinkrystalle in manchen Fettzellen u. s. w.

Die Entstehung und den Bau der einzelnen Theile näher darzustellen, liegt außer dem Plane dieses Werkes, und durch ihn ist es auch gerechtfertiget, daß manche Theile ganz mit Stillschweigen übergangen worden sind, wohin namentlich mehrere Organe, und Organentheile gehören, deren Verrichtung man noch nicht kennt.

Das hier Vorgetragene mag genügen, um zu zeigen, wie ein Gesetz die sämmtlichen Bildungsvorgänge beherrscht; denn wir finden es schon in den ersten Dotterspaltungen, wodurch die Bauanlage des Körpers im Ganzen bewirkt wird, wir erkennen es in der Bildung der Gewebezellen, und sehen es seine Geltung behaupten, bis in den Mikrokosmus hinein in der

Organisation der Zellenwandung der Gewebezellen, so weit wir dieselbe zu verfolgen im Stande sind. Ueberall sehen wir Keimspaltungen und müssen Polarisationen erkennen. Es scheint selbst, daß die organischen Substanzen ihre Existenz und großen Theiles ihre Qualität der Polarisation der chemischen Atome verdanken, indem, außer der Beschaffenheit der chemischen Atome und außer ihren Mengeverhältnissen, die Qualität einer organischen Substanz, allem Anscheine nach, auch von der Art der Lagerung der Atome, welche von dem Organismus abhängig ist, bedingt wird. Es erregt aber zugleich unsere Bewunderung, wenn wir sehen, mit welchen einfachen Mitteln die Natur so verschiedenartiges hervorbringt und wie sie hierdurch so große Zwecke erreicht.

Die menschliche Frucht bedarf neun Monate oder vierzig Wochen zur Erlangung ihrer Reife. Am Ende des ersten Monats ist dieselbe 5 Linien lang. Am Gehirn erkennt man mehrere hügelige Anschwellungen, beide Augen als schwarze Punkte, die Gliedmaßen bilden stumpfe Hervorragungen. Am Ende des zweiten Monats ist der Embryo 10—12 Linien lang, hat einen abgerundeten großen Kopf und schon Gliedmaßen, an welchen sich Finger und Zehen erkennen lassen. Am Ende des dritten Monats hat derselbe 2½ Zoll Länge, des vierten 5 Zoll, des fünften 9—11 Zoll, des sechsten 11—13 Zoll, und am Ende des siebten Monats, von welcher Zeit an das Kind fähig wird, außerhalb der mütterlichen Körpers fortzuleben, bis zu 15 Zoll. Schon am Ende des fünften Monats bemerkt man etwas Haarbildung und die Nägel fangen an, hornartig zu werden, mit dem Ende des siebten Monats ist aber die Haarbildung schon stärker, Wimpern sind an den Augenliedern, die Augenlieder sind offen, die Pupillarmembran ist verschwunden, die Hoden zeigen sich am äußern Leistenring. Am Ende des achten Monats beträgt die Länge der Frucht 15—17 Zoll und bei

einem vollkommen ausgetragenen Kinde 18 bis 22 Zoll, und das Gewicht des Körpers beläuft sich auf 6 bis 7, höchstens 8 Pfunde. Die Haare stehen jetzt dichter und sind gefärbt, die Nägel sind hart und haben freie Ränder, beide Hoden sind in dem Hodensacke, das Gesicht ist nicht faltig, die Brust ist gewölbt, die Gliedmaßen sind rund.

Sobald das Kind geboren ist, dringt die atmosphärische Luft in die Lunge, und der Athmungsprozeß beginnt unter Schreien des Neugebornen. Der Blutstrom in der Lungenschlagader nimmt jetzt seine Richtung nach der Lunge, wodurch das Blut aus der rechten Vorkammer in die rechte Kammer geführt und die Strömung durch das eirunde Loch verlassen wird, ebenso wie auch durch das Hinströmen des Blutes nach der Lunge der Verbindungskanal zwischen der Lungenschlagader und der Aorta übergangen wird. Es fließt jetzt bald alles Blut, welches aus dem Körper zurückströmt, durch die Lunge, und erhält hier eine vollkommene Umwandlung zu arteriellem Blute, wodurch die Anziehung nach dem bisherigen Herde der Blutumwandlung in dem Mutterkuchen aufhört, und das Blut nicht mehr veranlaßt wird, in die beiden Nabelarterien einzuströmen. Die Nabelarterien hören also nach einiger Zeit auf, zu pulsiren, und der Nabelstrang wird welk und fällt ab. (Man pflegt übrigens den Nabelstrang in einiger Entfernung vom Nabel doppelt zu unterbinden und zwischen beiden Schlingen abzuschneiden, worauf der Stoß des Blutes in dem noch am Kinde bleibenden Reste der Nabelschnur bald vollends aufhört, und nach einiger Zeit dieser übrig gebliebene Theil des Nabelstranges welk wird und abfällt).

Innerhalb 24 Stunden erwacht das Bedürfniß zur Nahrung in dem neugebornen Kinde, und dasselbe nimmt die Brust der Mutter an. Die dünnflüssige, zuckerreiche Milch der Wöchnerin hilft den Abgang des Kindspeches befördern, nach dessen

völliger Entleerung die gewöhnlichen Stuhlentleerungen folgen. — Die Sinne des Kindes erwachen nur allmälig oder vielmehr das Kind lernt dieselben nur nach und nach gebrauchen, so daß namentlich der Blick nicht sogleich bestimmte Gegenstände festhält. Mit der Thätigkeit der Sinne zeigt sich allmälig geistiges Leben, dessen erste deutlichere Aeußerungen man insbesondere an dem Lächeln des Kindes wahrnimmt.

Mit dem siebten bis neunten Lebensmonate beginnt der Durchbruch der s. g. Milchzähne, welcher von dieser Zeit an bis gegen das Ende des zweiten Lebensjahres fortdauert. Von den 20 Milchzähnen erscheint gewöhnlich zuerst das mittlere Paar der untern Schneidezähne, sodann, nach etwa 4 Wochen, das obere Paar und hierauf die seitlichen und die seitlichen obern Schneidezähne. Gegen das Ende des ersten Jahres kommen die untern und sodann die obern vordersten Backzähne zum Durchbruch, in der Mitte des zweiten Jahres zuerst der untere und sodann der ober Eckzahn und zu Ende des zweiten Jahres der untere und nach ihm der obere zweite Backzahn. Mit dem Durchbruche der Zähne ist die Zeit gekommen, in welcher festere und allmälig verschiedenartige Nahrung von dem Kinde genossen werden kann, und also dasselbe von der Mutterbrust entwöhnt werden kann. — Bis zum Zahnwechsel, welcher mit dem siebten oder achten Lebensjahre beginnt, und bis wohin man die Dauer des eigentlichen Kindesalters rechnet, treten keine neuen Erscheinungen mehr auf, und die Entwicklung besteht nur in der weiteren Ausbildung des Vorhandenen. Das Kind wächst rasch, lernt allmälig auf die Füße stehen und gehen, und entwickelt sich geistig.

Von der angegebenen Zeit an bis zum vierzehnten Jahre stoßen sich allmälig die Milchzähne ab, indem die Wurzel erweicht und aufgesogen wird und die Krone abfällt, und es brechen die bleibenden Zähne hervor, mit Ausnahme des hin-

tersten, fünften, Backzahnes oder Weisheitszahnes, welcher erst viel später zum Durchbruch kommt. Der Zahnwechsel geschieht gewöhnlich in folgender Ordnung. Es erscheinen im siebten Jahre zuerst die untern und sodann die oberen inneren Schneidezähne, im achten Jahre die äußeren Schneidezähne, im neunten der erste und zweite Backzahn, im zwölften oder dreizehnten Jahre die Eckzähne, im vierzehnten der vierte Backzahn, und die Weisheitszähne im zwanzigsten bis dreißigsten Jahre. Die Zeit von dem Beginne des Zahnwechsels bis zum Anfange der Geschlechtsreife wird als Knabenalter bezeichnet.

In dem Jünglingsalter oder dem Alter der sich entwickelnden Mannbarkeit oder des Reifens, welches in unserm Klima bei dem Mädchen etwa vom vierzehnten bis zwanzigsten, und beim Jünglinge vom sechzehnten bis vierundzwanzigsten Lebensjahre dauert, kommt bei dem Mädchen die monatliche Reinigung zu Stande und regelt sich, und die Brustdrüsen wachsen bis zu ihrer gesetzlichen Größe bei der Frau, und bei dem Jünglinge fängt die Samenbereitung an. Zugleich bildet sich der Brustkasten stärker aus und die Stimmorgane entwickeln sich vollkommener, was insbesondere beim Jünglinge das Aendern (Mutiren) der Stimme bewirkt, und bei dem letzteren fangen auch die Barthaare zu wachsen an. Mit dem Eintritt der geschlechtlichen Triebe treten auch neue Empfindungen im Gefühlsleben der Seele auf, und das geistige Leben überhaupt erhält einen Anstoß zur weitern Entwicklung.

Nach Vollendung der Reife, in dem Mannesalter (Frauenalter), welches bis zu dem Aufhören der Geschlechtsverrichtungen dauert, welcher Zeitpunkt aber nur bei der Frau, durch das Aufhören der monatlichen Reinigung, näher bestimmt ist, finden keine Vorgänge im Körper mehr statt, welche eine weitere Entwicklung desselben bezwecken, wohl aber im weiblichen

Körper Veränderungen, welche zum Zwecke der Entwicklung der Frucht und der ersten Ernährung des Kindes eintreten.

Wird ein Frau schwanger, so bleibt in der Regel von diesem Zeitpunkte an die monatliche Reinigung zurück, und stellt sich meistens erst wieder ein, wenn dem Kinde die Brust nicht mehr von ihr gereicht wird. Sehr oft stellt sich einiges Unwohlsein ein, namentlich Mangel an Appetit, mit besonderer Abneigung vor Fleischspeisen, und Erbrechen. Außer dem Hinwegbleiben des Monatsblutflusses und diesen Beschwerden gibt es aber in den ersten Monaten kein Zeichen der Schwangerschaft und die genannten sind keineswegs sicher. Erst wenn der Leib anfängt größer zu werden, und die Gebärmutter über dem Schoosbogen zu fühlen ist, im vierten Monat, wird der Zustand der Frau deutlicher, und erst nach Vollendung der ersten Hälfte der Schwangerschaft kann er mit vollkommener Gewißheit erkannt werden, wenn man nämlich durch das unmittelbare Anlegen des Ohres auf den Unterleib oder mit Hilfe eines Hörrohres (Stethescop) die Herztöne des Kindes hört, deren Rhythmus meistens doppelt so schnell ist, als der der Herzschläge der Mutter, und wenn die Mutter die Bewegungen des Kindes deutlich fühlt oder man dieselbe durch Auflegen der Hand auf den Unterleib wahrnimmt. Den Kopf des Kindes fühlt man bei der innerlichen Untersuchung. Die Brüste vergrößern sich gegen das Ende der Schwangerschaft und bei manchen Frauen zeigt sich auch kurz vor der Entbindung schon etwas Milch in ihnen

Am Ende der vierzigsten Woche beginnt unter Schmerzen (Wehen) der Geburtsact, der, nachdem die Eihäute geplatzt sind und das Fruchtwasser angeflossen ist, mit dem Abgange des Kindes und der nachher erfolgenden Ausstoßung der Nachgeburt, nämlich der Eihäute und des Mutterkuchens mit dem Nabelstrang, endiget. — Nach Vollendung des Geburtsactes zieht sich die Gebärmutter zusammen, so daß sie nur noch in

der Größe eines großen Apfels über dem Schoosbogen fühlbar ist, und wird später, im Wege der Auffaugung, beinahe bis zu ihrer früheren Größe zurückgebracht. — Im ersten Tag des Wochenbettes füllen sich die Brüste (das Einschießen der Milch) und die Mutter vermag dem Kinde Nahrung zu reichen. Aus den Geschlechtstheilen fließt zuerst noch etwas Blut und sodann mit Blut gemischter Schleim ab. Der letztere Abgang dauert drei bis vier Wochen (Kindbettreinigung, Lochien). Die Absonderung der Milch dauert in der Regel so lange fort, als das Kind an die Brust gelegt wird.

Das Erlöschen der Zeugungsfähigkeit findet bei der Frau mit dem Aufhören der monatlichen Reinigung statt, was in dem Alter vom 45. bis 50. Lebensjahre geschieht, bei dem Manne mit dem Aufhören der Samenerzeugung, etwa mit dem sechzigsten Jahre; jedoch gibt es auch viele Fälle, in welchen bei dem Manne die Zeugungsfähigkeit in einem höheren Alter fortbesteht. — Dieses Lebensalter ist das des Welkens. Die erstern Jahre desselben pflegt man das höhere Mannesalter, die späteren das Greisenalter zu nennen. — Die Verhältnisse, in welchen die Organe zu einander stehen und das Verhalten der Substanzen des Körpers zu einander ist in einer steten Veränderung von dem Augenblicke der Befruchtung des Dotters bis zum natürlichen Tode begriffen.

In der ersten Anlage der Frucht besteht dieselbe beinahe nur in einer Zeichnung in dem breiartigen Dotter und die Centraltheile des Nervensystemes befinden sich im Anfange in einem außerordentlichen Uebergewichte der Massenverhältnisse über die übrigen Körpertheile, so daß z. B. bei einer dreimonatlichen menschlichen Frucht dieselben ungefähr den fünften Theil des ganzen Körpers betragen, während bei einem erwachsenen, schlank gebauten Menschen dieselben nur etwa der 45. Theil des Ganzen sind, und bei einem corpulenten Menschen

noch einen kleineren Theil darstellen. Sind die bezeichneten Verhältnisse der Art geworden, daß die Wechselwirkungen zwischen den Organen unter sich und zwischen den Substanzen nicht mehr von statten gehen können, so tritt der natürliche Tod ein, zu welchem das Greisenalter den Uebergang bildet. Zwar bleibt das Größeverhältniß des Gehirnes und des Rückenmarkes nach Vollendung des Wachsthums beinahe dasselbe; aber die Qualität der Gewebe verändert sich bis zum Tode fortdauernd, so daß nach und nach an die Stelle der beinahe breiartigen Substanzen des Thieres im Dotter, die immer noch weichen Gewebe im Kindesalter, die strafferen im Mannesalter und endlich im Greisenalter theilweise erdige Substanzen treten. Mit dem Eintritt des Greisenalters beginnt allmälig eine Art Welken. Die Gewebe werden, wie es scheint, trockener, die Haut mehr pergamentartig, die Haare werden grau, oft tritt ein Mangel der Ernährung der Zähne ein und dieselben fallen aus, die Körperkräfte werden schwach, die Sinne schwach, und nicht selten sinkt auch die geistige Thätigkeit.

Nur selten tritt der Tod ganz von selbst ein, nämlich durch das Aufhören der Lebensthätigkeit (der electrischen Wechselwirkungen) wegen der bezeichneten naturgemäßen Veränderung der Verhältnisse, sondern wird meistens durch den Hinzutritt irgend einer Krankheit vor dem gesetzmäßigen Ende herbeigeführt.

Es können die Factoren des Lebens (die auf einander wirkenden Träger der electrischen Gegensätze) in einen Zustand gerathen, z. B. durch Einwirkung großer Kälte, wodurch die Substanzen den gehörigen Grad der Ausdehnung verlieren, um auf einander zu wirken, in welchem sie die Lebensthätigkeit zu erhalten nicht im Stande sind, aber doch noch in ihrer ursprünglichen Organisation verweilen, so daß sie bei günstigen äußeren Verhältnissen, z. B. bei erfolgter genügender Ausdehnung durch die Wärme, wieder in Wechselwirkung treten.

Dieser Zustand ist der Scheintod, welcher sich demnach dadurch von dem wirklichen Tode unterscheidet, daß zwar bei ihm, wie bei dem Tode, die Lebensprozesse aufgehört haben, so daß selbst keine Spur von Herzschlag und vom Athmen wahrgenommen werden kann, aber in den organischen Substanzen doch noch die chemischen Atome so fest nach den Gesetzen der Organisation (Polarisation) zusammenhalten, daß die Bewegung der chemischen Atome, welche die Prozesse der Fäulniß darstellen, nicht eintritt. Zwischen dem Tode und dem Scheintod gibt es keinen wesentlichen Unterschied, als daß in dem letzteren die Fäulnißbewegung noch nicht eingetreten ist, und es gibt auch keine sicheren Merkmale des Todes, als die Zeichen der Fäulniß. Zwar mag die Umlagerung der Atome, mit welcher die Fäulniß beginnt, schon früher ihren Anfang nehmen, bevor wir durch den Geruch und die Todtenflecken die eingetretene Fäulniß wahrnehmen; immer aber ist nur diese Bewegung der Tod selbst, und es bleibt also nur übrig, noch feinere Erkennungszeichen für dieselbe aufzufinden.

Sind die großen Gegensätze im Körper, welche alle Lebensprozesse bedingen (alle Polarisationen beherrschen), nämlich die zwischen dem animalen und dem vegetativen Blatte oder zwischen Nerven und Blut aufgehoben, z. B. durch Zerstörung der Centraltheile des Nervensystemes oder gänzliche Entleerung oder starke Entmischung des Blutes, so löst sich auch bald in allen übrigen Theilen die bisherige Organisation (Polarisation) der Theile bis zu dem Bande auf, welches die chemischen Atome in den organischen Substanzen in einer bestimmten Lagerung festhielt. — Indem nun der Sauerstoff der Atmosphäre bestimmte chemische Atome, namentlich Kohlenstoff, aus den Verbindungen herausnimmt, und die entstandenen Lücken nicht mehr durch die organische Anziehung von Atomen ausgefüllt werden, gerathen die in den organischen Substanzen

übrig gebliebene Atome in eine Bewegung, die eine neue Verbindung derselben veranlaßt, und verfallen, da der Sauerstoff der Atmosphäre stets von Neuem chemische Atome entführt, immer wieder in neue Bewegung, wodurch sich Reihen von Stoffen bilden, bis endlich die einfachen Verbindungen übrig bleiben, aus welchen die Pflanzen die organischen Substanzen bereitet haben, nämlich, außer mehreren Nebenbestandtheilen, Ammoniak, Kohlensäure und Wasser.

Dritter Abschnitt.

Schöpfungsgeschichte.

Wir gelangen in der hier beginnenden Untersuchung zur Auffindung eines Naturgesetzes, welches durch die Folgerungen, die aus ihm entnommen werden können, von der größten Bedeutung ist, und einen Umschwung der Vorstellungen über die höchsten Fragen des Lebens herbeiführen wird. Es ist dieses das Gesetz der emporsteigenden Keim-Metamorphosen in den Schöpfungsperioden. — Wenn das Gravitationsgesetz, welches nun durch die Beobachtungen über die Bewegung der Doppelsterne, als in den fernsten Himmelsräumen geltend, und somit als ein allgemeines Naturgesetz, nachgewiesen ist, den großen Zusammenhang im Weltgebäude uns darlegt, wodurch sämmtlichen Körpern ihre Stellung und Bewegung gegeben ist, so weiset das Gesetz der emporsteigenden Metamorphosen auf Verhältnisse hin, die noch ein höheres Interesse für

uns in sich schließen, als die Wirkungen der Schwerkraft sind, und als die wundervollen Berechnungen des Laufes der Gestirne gewähren können.

Bevor ich diese Untersuchung beginne, erlaube mir der Leser dieser Schrift, einige besondere, einleitende Worte dem vorliegenden Abschnitte vorauszuschicken. — Ich erwarte, daß das Ergebniß dieser Forschung von mehreren Seiten angegriffen und selbst ohne Untersuchung verworfen werden wird. — Ein Theil der Naturforscher wird mir in ein Gebiet der Forschung nicht folgen wollen, in welchem sich kein Feld für die unmittelbare Wahrnehmung mehr darbietet. Ich nehme auch in der That von den reinen Männern des Mikroscopes hier Abschied; hoffe aber, daß der Theil der Physiologen, der auch der Reflexion die ihr gebührende Geltung gewährt, noch mit mir gehen wird. Da es übrigens nicht zu bezweifeln ist, daß die Männer des Faches die Erfahrungssätze, von welchen meine Schlußfolgerungen ausgehen, als wahr anerkennen werden, frägt es sich nur, ob die Logik nicht verletzt seie, was auch der Nichtgelehrte zu beurtheilen im Stande sein wird. Es wird sich zeigen, daß Manche derjenigen Annahmen, die den nur oberflächlich Denkenden vielleicht als Phantasiegebilde erscheinen, weil sie andere Vorstellungen gewöhnt sind, durchaus diese Bezeichnung nicht verdienen, und selbst nicht Hypothesen genannt werden dürfen, sondern als erwiesene Thatsachen anerkannt werden müssen. Ich selbst unterscheide aber in meinen Annahmen diejenigen, die ich als bewiesen betrachte, von jenen Aeußerungen, welche ich nur als hypothetische Annahmen in bestehende Lücken einfüge. Der aufmerksame Leser wird wohl erkennen, welchen Theil der Behauptungen ich als gesichert angesehen wissen will, und welchem ich selbst nur den Werth einer Hypothese beilege.

Eine zweite Reihe von Gegnern werden wir in den, leider zahlreichen Individuen finden, deren Egoismus dieselben in

den Mittelpunkt der ganzen Schöpfung setzt, und es ihnen unmöglich macht, eine objective Naturanschauung zu gewinnen. Diesen Selbstsüchtigen wird die Lehre von den, in die Schöpfungstage fallenden, Keimmetamorphosen anstößig sein, weil sie der Thierwelt eine, bisher nicht zugestandene Bedeutung beilegt. Ich lade übrigens die an diesen Verirrungen Leidenden ein, mir bis in den zweiten Theil dieses Werkes zu folgen, und hoffe doch, daß die immer mehr unserm Blicke sich aufschließenden großen Werke der Schöpfung Manche derselben zu einer besseren Einsicht bringen werden.

Endlich werden auch Manche, welche gegen die Naturwissenschaften das weit verbreitete Vorurtheil hegen, daß dieselben zum Materialismus und Atheismus führen, bei etwa vorkommenden Abweichungen der hier folgenden Darstellung von den gewohnten Vorstellungen, sich beunruhiget fühlen. Ich bin genöthiget, damit diese Leser meines Werkes mit ruhigem Gemüthe dem Gange der Untersuchung zu folgen im Stande sind, zwei Gedanken der spätern Kapitel vorläufig jetzt schon mitzutheilen. Es wird sich ergeben, daß jede Organisation von Stoffen nur unter dem Anstoß einer äußern Potenz von Statten gehe, und der Einzeltheil stets unter dem Einfluß eines größeren organischen Ganzen sich bilde, und daß wir, von Stufe zu Stufe steigend, endlich genöthiget sind, eine Kraft anzunehmen, welche vor aller Organisation vorhanden war, und von welcher die erste organisirende Bewegung und die Bestimmung der Organisationsgesetze ausgiengen. Hierdurch führen unsere Forschungen zuletzt unabweislich auf die Idee Gottes. — Und es wird sich ferner ergeben, daß das aufgefundene Gesetz der emporsteigenden Keim-Metamorphosen, wenn wir von ihm aus einige einfache Schlüsse ziehen, das Mittel sei, wodurch die Wissenschaft einen wirklichen Beweis von der höheren Bestimmung des Menschen zu führen im

Stande ist. Ich glaube, schon diese beiden Annahmen, zu welchen diejenige Physiologie, welche sich nicht blos mit Detailforschung beschäftiget, nothwendig führen muß, dürften geeignet sein, den in seinem Gemüthe Verletzten mit der herrlichen Wissenschaft, in welche ich den Nichtgelehrten in dem vorliegenden Werke einzuführen unternommen habe, gänzlich auszusöhnen.

Ich beginne die Untersuchung mit dem Versuche, das sogenannte Pythagoräische Räthsel zur Lösung zu bringen, die Frage nämlich, ob die Henne oder das Ei zuerst gewesen sei.

Zunächst wird man wohl glauben, das Ei seie vor der Henne gewesen, weil das Hühnchen aus dem Eie entsteht. Wenn man aber sodann die Frage zur Erörterung bringt, woher das erste Hühnerei gekommen sei, so wird es sich bald zeigen, daß man ohne die Annahme einer vorher vorhandenen Henne die Entstehung eines Hühnereies durchaus nicht erklären kann. Würde Jemand den Gedanken aussprechen, daß ein Zahn vor dem betreffenden Thiere, dem er in dem Kiefer wächst, geschaffen worden wäre, so würde Jedermann einen solchen Ausspruch für lächerlich erklären, und sogleich erkennen, daß dieser Theil des organischen Ganzen erst mit dem Ganzen und durch das Ganze hervorgebracht worden sein könne. Wie der Zahn nicht vor dem Menschen und wie der männliche Same nicht vor dem männlichen Individuum, und selbst nicht vor dessen Reifung zum Manne, gebildet worden sein können, so läßt sich annehmen, ist auch das Ei nicht vor dem mütterlichen Thiere hervorgebracht worden, in dessen Innerm es auf ähnliche Weise sich bildet, wie die Zähne und die Samenzellen in ihren Bildungsheerden.

Diese Annahme hat schon den Character einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit; sie erhebt sich aber durch folgende Betrachtungen zur unbestreitbaren Wahrheit: Wenn

auch ein Hühnerei sich aus den äußern Elementen ohne Hilfe einer Henne bilden könnte, so entwickelt es sich bekanntlich nicht, ohne daß es befruchtet ist; es müßte also, wenn man den gewöhnlichen Hergang der Entwicklung des Thieres aus seinem Ei festhalten will, angenommen werden, daß sich noch außerdem männlicher Samen ohne Hilfe eines männlichen Thieres gebildet habe und auf das Ei gebracht worden sei, was doch in der That eine, vor dem Richterstuhl des Verstandes nicht zu rechtfertigende, Hypothese wäre. Eine Betrachtung der Verhältnisse, in welchen die Thiereier und die aus ihnen werdenden Thiere zur Entwicklung kommen, zeigt aber geradezu bei sehr vielen Thieren, daß die Bildung des Eies aus den äußern Elementen und die Entwicklung des Thieres ohne Hilfe des mütterlichen Thieres eine vollkommene Unmöglichkeit seie. Das Straußenei z. B. entwickelt in sich die Frucht des Straußen unter dem Einfluß der glühendsten Sonne und unter der Einwirkung des heißen Sandes der Wüste. Hier ist aber kein Tropfen Wassers und vielleicht in beträchtlicher Ferne kein Atom einer organischen Substanz zu finden, aus welcher das Straußenei hätte gebildet werden können. Ja wollte man annehmen, daß das Straußenei auf irgend eine, noch unbekannte Weise von seiner Geburtsstätte auf die trockene, heiße Stelle seiner weiteren Entwicklung gebracht worden sei, so müßte doch unfehlbar die junge Brut sogleich zu Grunde gegangen sein, da ihr kein mütterliches Thier die Nahrung bringen konnte; denn sie ist jedenfalls im Anfange noch zu schwach, um Wasser und Nahrung zu suchen. Beinahe das gleiche Verhältniß findet bei sämmtlichen Vögeln statt. Kein Vogelei entwickelt sich zur Frucht im Wasser nnd jedes bedarf einer unterbrochenen Wärme von etwa 30 Graden. Diese Bedingungen sind aber solche, die unmöglich das Ei bei seiner Entstehung im Freien gefunden haben kann, denn das Ei selbst

könnte doch nur im Feuchten entstehen und müßte also ebenfalls, wie das Straußenei, in andere Verhältnisse gesetzt werden, um sich zum Thiere umwandeln zu können. Ja alle diese Thiere, selbst im Eie bis zu ihrer Reife gebracht, müßten bald, nachdem sie das Ei verlassen gehabt hätten, wiederum untergegangen sein; denn alle sind der elterlichen Pflege noch geraume Zeit bedürftig, und Eltern sind ja noch keine vorhanden gewesen.

Noch deutlicher stellt es sich uns dar, daß eine, von der gewöhnlichen Entwicklung des Thieres bedeutend abweichende Art der Entstehung und des Wachsthumes desselben in den Schöpfungsperioden stattgefunden haben muß, wenn wir uns ein Säugethierei vor Augen stellen; denn, wenn wir auch ein solches Ei als aus den Elementen entstehend uns denken könnten uud den Anfang der Frucht in ihm gesetzt annehmen würden, so findet sich ja kein mütterlicher Körper vor, aus welchem der Körper der Frucht Nahrung an sich ziehen könnte und durch welchen derselbe, vermittelst des Mutterkuchens, athmen würde, und es existirt keine Mutterbrust, die dem jungen Thiere Milch reicht, und bei dem Menschen nicht die Hilfe des Vaters und der Mutter, welche bei ihm eine viel längere Zeit nothwendig ist, als bei jedem andern Thiere.

Daß aber überhaupt nicht die Thiereier unmittelbar aus den Elementen, und, wenigstens die Eier der höheren Thiere, auch nicht von frei liegenden, von Pflanzen abstammenden organischen Substanzen entstanden sind, und also auch aus diesem Grunde das Hühnerei nicht vor der Henne entstanden sein konnte, werde ich weiter unten darlegen.

Wenn wir also annehmen müssen, daß nicht die erste Henne in einem Hühnerei entstand, sondern das erste Hühnerei in einer Henne, so wie auch der erste Samen in dem ersten männlichen Thiere sich bildete, so wirft sich die Frage auf, wie

die ersten Individuen einer Thierart entstanden sein mochten, ohne Eier und Samen desselben Thieres. — Was zunächst die unmittelbare Entstehung der Thiere aus den Elementen betrifft, so ist eine solche Annahme aus folgenden Gründen unstatthaft. Kein einziges Thier, selbst nicht diejenigen der niedersten Stufe, vermag unmittelbar aus den Elementen eine organische Substanz zu erzeugen, und alle bedürfen zu ihrer Erhaltung die Ernährung durch die von der Pflanze bereiteten Nahrungsstoffe.

Wäre es nun auch denkbar, daß durch organisirende Bewegungen in den Elementen, nämlich dem Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff u. s. w., die Gestalt von einzelnen Thieren hervorgebracht würde, so vermöchten solche Thiere doch in keiner Weise die Stoffe, aus welchen sie bestehen, in organische Substanzen umzuwandeln, da dieses überhaupt nicht dem Thierorganismus zukommt. Ein solches Thier bliebe also ein Luftgebilde. — Es wäre ihm auch eine Unmöglichkeit, die für dasselbe bestimmte Nahrung aufzunehmen, z. B. dem Wiederkäuer, die Pflanzennahrung zu zermalmen, und dem Löwen, die Beute zu ergreifen und zu zerreißen. — Unmittelbar aus den Elementen und den aus ihnen zusammengesetzten anorganischen Stoffen, Kohlensäure, Wasser, Ammoniak u. s. w. sind die Thiere also nicht entstanden.

Ebensowenig läßt sich annehmen, daß die Eier der Thiere unmittelbar aus den Elementen sich gebildet haben, da, wenn wir auch in dem Thierei die Grundanlage des thierischen Organismus erkennen wollen, und wir bei der Entstehung des Thiereies die Wirkung einer das Thier organisirenden Kraft annehmen wollten, doch wir die Entstehung der organischen Substanzen des Eies nicht hierdurch erklären könnten, da die Wirkung des vollendeten thierischen Organismus selbst nicht

die Bildung irgend einer organischen Substanz aus den Elementen in sich schließt.

Eine zweite unhaltbare Annahme wäre die der Abgrenzung ausgebildeter Thiere in organischen Substanzen, welche aus dem Pflanzenreiche sich an bestimmten Stellen gesammelt hätten. In Beziehung auf die größeren Thiere stellt sich dieser Theorie schon der Umstand entgegen, daß sich wohl nirgends eine solche Menge reiner Bildungsmasse ansammeln konnte, ohne daß sich unbrauchbare Pflanzentheile, namentlich die alle Pflanzenzellen einschließende Cellulose, mit ihr vermischt hätten, so daß hieraus große Thierkörper entstehen konnten. Vielleicht in Beziehung auf alle Thiere, jedenfalls aber auf die höher stehenden, namentlich die warmblütigen Thiere, scheinen übrigens auch die chemischen Verhältnisse einer solchen Annahme entschieden entgegen zu treten; denn namentlich wäre in solchen Ansammlungen von Pflanzentheilen nicht die gehörige Menge von Eiweiß vereinigt, um aus ihnen unmittelbar das Thier zu bilden. Hierzu kommt noch, daß in den Schöpfungstagen offenbar alle Bedingungen zur Erzeugung des Faulungsprozesses, nämlich außer der Wirkung des Sauerstoffes, eine hohe Temperatur der Atmosphäre und viel Feuchtigkeit, in hohem Grade vorhanden waren, so daß Ansammlungen frei gewordener, aus dem Schutze des Pflanzenlebens herausgetretener, organischer Substanzen nicht möglich gewesen wären, ohne daß alsobald sich die Fäulniß desselben bemächtiget hätte. Dieser Zustand der Stoffe schließt aber jedenfalls ihre Umwandlung zu Thieren, und insbesondere solchen der höheren Art, gänzlich aus.

Durch diese Betrachtungen werden wir zu dem Schlusse geführt, daß die höheren und alle größern Thiere in keinem Falle in ihrer Vollendung unmittelbar aus Anhäufungen frei liegender organischer Substanzen entstehen konnten, was allein

noch den Gedanken zuläßt, die höheren Thiere seien aus Substanzen entstanden, welche noch unter dem Schutze des Lebens sich befanden, also durch die Metamorphose einer Pflanze oder eines Thieres in das höhere Thier oder durch Entwicklung eines, irgend woher stammenden Keimes in das Thier.

Eine Thiermetamorphose, nämlich die Umwandlung eines Thieres mit vollendetem Organismus in ein anderes Thier, erscheint uns im Allgemeinen zwar nicht als Unmöglichkeit, da wir eine analoge Umwandlung in der Raupe zum Schmetterlinge und in ähnlichen Metamorphosen, namentlich im ganzen Generationswechsel, vor Augen sehen; es sprechen aber mehrere Gründe dafür, daß eine eigentliche Thiermetamorphose, wenn wir die Umwandlung der Larven zu dem ausgebildeten Individuum der nämlichen Thierart nicht hieher rechnen, nicht stattgefunden habe. — Beinahe alle Thiere der zwei obern Thierklassen konnten eine sehr lange Zeit hindurch in den, durch die stattgefundenen Erdrevolutionen herbeigeführten, äußeren Verhältnissen nicht existiren, sondern mußten längere Zeit auf einer tiefern Entwicklungsstufe stehen, als die ihrer vollendeten Bildung ist. Namentlich konnten die Thiere nur mit Kiemen athmen. Da nun durch die Paläontologie nachgewiesen ist, daß die Natur auch innerhalb der erwähnten Thierklassen nur allmälig in verschiedenen Schöpfungsperioden von Stufe zu Stufe emporstieg, so wäre nicht anzunehmen, daß die höchsten Thiere, namentlich der Mensch, durch die Metamorphose eines Amphibiums entstanden seien, sondern man müßte die in die Umwandlung fallenden Thiere in den am Meisten entwickelten Thieren in den vorhergehenden Schöpfungsperioden suchen. In eine solche Metamorphose wäre aber eingeschlossen, daß schon höher entwickelte Organe sich wieder zu niederen zurückbilden müßten, indem das Thier, welche schon mit der Lunge geathmet hatte, wieder zu einem Kiementhiere wurde. Der-

artige Umwandlungen sind aber beinahe undenkbar. Auch widerspricht dieser Annahme die Erfahrung auf eine directe Weise, da wir oft ungeheure Massen von untergegangenen Thieren finden, und dieselben beweisen, daß wenigstens diese Thiere nicht zur Metamorphose benutzt worden sind.

Wenn aus dem Gesagten hervorgeht, daß die höheren Thiere weder unmittelbar aus den Elementen gebildet worden sind, noch aus frei liegenden organischen Substanzen, noch durch die Thiermetamorphose (im angegebenen Sinne) entstanden sind, so werden wir nothwendig zur Annahme der Entwicklung der Thiere aus Keimen geführt.

Nehmen wir an, daß die Thiere in kleinen Anfängen entstanden sind, und nur allmälig zu ihrer gesetzlichen Größe und zur Vollendung ihrer Organisation gelangten, so sind, was die höheren Thiere betrifft, zwei Fälle denkbar, entweder entstanden die Keime als neue Organisationen aus kleinen Mengen organischer, in Umsetzung begriffener Materie, oder es entwickelte sich das höhere Thier aus einem schon vorhandenen Keime, also einem solchen, welcher einem andern organischen Körper seinen Ursprung verdankt. — Der erstere Fall ist aus dem Grunde nicht denkbar, weil eine in Zersetzung begriffene Masse jedenfalls auf die höheren Thiere in dem Maaße zerstörend einwirkt, daß eine Keimbildung für dieselben in dieser Masse durchaus nicht möglich erscheint, und weil auch für die Eier der höheren Thiere, namentlich die der Vögel, unmöglich genugsam von Cellulose freier Sustanz und insbesondere die nöthige Menge eiweißartiger Stoffe vorhanden war.

Der zweite Fall zerfällt in zwei Möglichkeiten, entweder stammte der Keim, aus welchem das höhere Thier sich entwickelte, aus einer Pflanze ab, oder er war von einem Thiere erzeugt. Der ersteren Annahme stellt sich die große Verschie-

denheit zwischen der Organisation der Pflanze, so wie der Quantität und Qualität ihrer organischen Substanzen, und der der höheren Thiere, namentlich der Vögel und der Säugethiere, entgegen. Insbesondere dürfte es wohl keinen pflanzlichen Körper geben, der das hinreichende Material darbieten würde, um die für den Säugethierembryo nöthige Menge von Eiweiß, Faserstoff, Blutroth u. s. w. zu liefern. Diese Annahme wird aber auch vom tiefer sehenden Forscher schon aus dem Grunde verworfen werden, weil die Natur nur von Schritt zu Schritt vorwärts schreitet und nie solche Sprünge unternimmt, wie derjenige wäre, durch welchen aus einem Pflanzenkörper ein Säugethier würde. Es bleibt also nur der Gedanke übrig, daß die höheren Thiere aus Keimen, welche von niedereren Thieren abstammten, entstanden sind.

Wir wollen vorerst nicht untersuchen, welches die Keime waren, welche niederere Thiere hervorbrachten, um die Entstehung höherer Thiere vorzubereiten, sondern nur im Allgemeinen annehmen, daß die niedereren die materielle Grundlage für die Erzeugung höherer waren.

Indem wir aber über die Reihe der Geschöpfe hinblicken, welche in den verschiedenen Schöpfungsperioden auftraten, gelangen wir zu der Vorstellung, daß durch diese verschiedenen Perioden eine Stufenfolge hindurchgehe, oder vielmehr, daß mehrere Thierreihen neben einander emporstiegen. Ich werde in dem zweiten Theile dieses Werkes den vorliegenden Gegenstand einer ausführlichen Betrachtung unterwerfen, und führe hier vorläufig nur an, daß die Thiergattungen in der Weise auf einander gefolgt sind, daß nur eine allmälige Entwicklung angenommen werden kann, so daß wir die Keimgeber für die höchsten Thiere nicht in den niedersten Thieren oder gar in den einfachsten Pflanzen, sondern in Thieren suchen müssen, welche ihnen hinsichtlich ihrer Organisation und der Qualität

der Substanzen nahe standen. Da demnach solche Stufenreihen bestehen, werden wir möglicher Weise auf zweierlei Wegen zur Kenntniß der Keime, aus welchen die Thiere entstanden sind, und zu der der Entwicklungsgesetze gelangen, sowohl dadurch, daß wir vom höchsten Geschöpfe, dem Menschen, die Stufenleiter hinabsteigen, als auch dadurch, daß wir den Anfang der Entwicklungsreihe suchen, und die Veränderungen zu verfolgen bemüht sind. Glückt es uns, den Anfang einer oder sämmtlicher Thierreihen aufzufinden, so wird der Gang der Untersuchung, welcher den Anfang der Thierwelt zum Punkte wählt, von dem er ausgeht, dem in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden vorzuziehen sein.

Wir kommen hier bei der Frage an, aus welchen Keimen die niedersten Thiere entstanden seien. Es sind zwei Fälle möglich: Entweder entstanden die niedersten Thiere aus Pflanzenkeimen, und es fand also eine Metamorphose von der Pflanze zum Thiere statt, oder die niedersten Pflanzen und die niedersten Thiere entstanden aus gemeinschaftlichen Keimen. Suchen wir über die, bei dem ersten Schöpfungsprozesse möglicher Weise stattgefundenen Vorgänge eine Vorstellung zu gewinnen, so können wir nicht anders denken, als daß durch organisirende Einflüsse die vorhandenen chemischen Atome, namentlich Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff an bestimmten Stellen sich anzogen und eine derartige Lagerung zu einander annahmen, daß sie die einfachste organische Form erhielten, zunächst die der Keimkugel und sodann die der Zelle. In dieser Verbindung der Atome wurden sie zugleich zur organischen Substanz, welche bei der Umwandlung der Keimkugel zur Zelle und bei der fortschreitenden Organisation der Zelle in immer mehr verschiedene Substanzen zerfiel, so daß allmälig verschiedenartige Eiweißkörper und stickstofflose Körper sich bildeten.

Bei der Annahme nun, daß alle die hierdurch entstandenen Keime zuerst zu Pflanzen wurden, und sich erst später ein Theil derselben zu Thieren umwandelte, während ein anderer den Typus der Pflanze beibehielt, stoßen wir auf Schwierigkeiten in der Erklärung, die uns zwingen, dieselbe fallen zu lassen. Bei dieser Annahme wäre es schon schwer, einzusehen, wie durch die äußern Bedingungen, welche doch an der nämlichen Stelle der Erde die gleichen waren, hier Pflanze und dort Thier, oder vielmehr hier eine Zelle, welche bestimmt war, die pflanzlichen Metamorphosen zu durchlaufen, und neben ihr eine solche, welche angewiesen war, die Umwandlung zum Thiere zu erfahren, hervorgebracht werden konnten, und es ist auch schwer anzunehmen, daß nach der ersten organisirenden Bewegung, welche die Pflanzenzelle aus den Elementen erzeugte, eine zweite erfolgte, aber nur über einen Theil der schon gebildeten pflanzlichen Organismen hingegangen sei und sie zum Thier umgeschaffen habe. Noch weniger denkbar ist aber diese Umwandlung selbst. Zwar sind die niedersten Pflanzen und die niedersten Thiere einander in dem Baue so nahe verwandt, daß jetzt noch über einzelne Körper Zweifel bestehen, ob sie dem Pflanzen- oder dem Thierreiche angehören; aber wenn auch unsere Hülfsmittel, namentlich das Mikroskop, nicht ausgereicht haben, bei Untersuchung einzelner Individuen die Frage zu entscheiden, so kennen wir doch im Allgemeinen solche Unterschiede zwischen dem Pflanzen- und Thierkörper, daß eine Umwandlung des ersten in den letzteren nicht wohl denkbar ist. Stellen wir uns nur z. B. die Thatsache vor Augen, daß in der Wandung jeder Pflanzenzelle ein eigener Stoff, die Cellulose, dessen Umbildung zu Theilen eines lebenden Thieres nicht wohl denkbar ist, sich vorfindet, so werden wir die Umwandlung eines pflanzlichen Körpers, wenn er auch nur aus wenigen Zellen bestehen sollte, z. B. eines

Samens zum Keime eines Thieres, nicht wohl für möglich halten. Ebenso ist das Auftreten von Seelenäußerungen nicht wohl in der Pflanze zu erwarten. — Ferner erregt der Umstand Bedenken, daß das Thier gänzlich die Fähigkeit entbehrt, aus den äußeren Elementen die organischen Substanzen zu bereiten, welche doch die Pflanze besitzt. Und endlich bleiben auch die Beziehungen zur Pflanze und insbesondere bestimmter Thiere zu bestimmten Pflanzen durch die in Frage stehende Annahme gänzlich unerklärt. Diese Mangelhaftigkeit in der Theorie kann freilich nicht als vollgültiger Beweis gegen dieselbe angesehen werden, da sie vielleicht nur in unserem Erkenntnißvermögen wurzelt; es wird aber dieselbe von Bedeutung, wenn bei einer andern Theorie alle diese Mängel hinwegfallen.

Nehmen wir gemeinschaftliche Bildungsmassen (Urzellen) für die Keime von Thieren und Pflanzen an, so sind wir mit einemmale in den Stand gesetzt, alle die fraglichen Erscheinungen aus einem Gedanken zu erklären. Nehmen wir an, daß in den zuerst, aus den Elementen entstehenden Keimkugeln und Urbildungszellen Differenzirungen (Polarisationen) vor sich gehen, wie später in der Pflanzenzelle und in dem Thiereie, so werden wir uns vorstellen können, daß in diesen geschlossenen Bildungsstätten, die hier angesammelten Elementen und die daraus werdenden organischen Substanzen, leichter als im freien Raume, nach den zwei Richtungen des organischen Lebens sich scheiden können, und also an der einen Stelle ein Keim oder Keime zu Thieren und an der andern solche zu Pflanzen werden können.

Ganz ähnlich den Vorgängen im Thiereie und in den Mutterzellen der Eier, können wir annehmen, habe sich hier die Bildungsmasse differenzirt, und wie im Thierei die Dottermasse zum animalen und zum vegetativen Blatte wird, und in der Mutterzelle der Eichen solche Spaltungen vor sich gehen

daß Thierindividuen sehr verschiedener Art entstehen, wie z. B. bei den Bienen, bei welchen es namentlich solche gibt, welchen ausschließlich das Geschäft des Einsammelns der Nahrung, sowie auch des Baues des Stockes obliegt, spaltet sich in den ursprünglichen Keimkugeln oder Urbildungszellen die Bildungsmaterie in ein animales Blatt und in ein vegetatives Blatt, und überhaupt, nach den Gesetzen der Keimspaltung und Zellenbildung, in Einzeltheile, die einen sehr verschiedenen Werth haben. Stellen wir uns nun vor, eine solche Keimmasse theile sich vollständig, wie ja auch bei gewissen Thieren die Einzeltheile zu selbstständigen Thieren werden, so wird es uns wohl begreiflich sein, daß ein Theil der auseinander weichenden Keimmasse zu den Keimen von Thieren wird, während ein anderer ein rein pflanzliches Leben erhält.

Es ist hierbei wohl denkbar, daß das Thier nicht sogleich mit der Pflanze sich entwickelte, sondern der Keim, welcher zum Thiere wurde, erst in einer spätern Periode des pflanzlichen Körpers, und in ihm eingeschlossen, zur Reife kam. Man kann sich von einem solchen Vorgange eine Vorstellung bilden, wenn man die Entwicklung eines Polypenstockes, etwa den des Glockenpolypen, sich vor Augen stellt, und wahrnimmt, daß die Thierindividuen, welche sich vom Polypenstocke trennen, und als Geschlechtsthiere nunmehr unabhängig sich bewegen, erst zur Entwicklung gelangen, wenn der Polypenstock im Ganzen schon eine gewisse Ausbildung erreicht hat. Obgleich bei einem solchen Vorgange das Thier aus der Pflanze sich zu entwickeln scheinen würde, so ist derselbe, seinem Wesen nach, doch keine Metamorphose der Pflanze zum Thiere, sondern eine Differenzirung der Bildungsmasse in Pflanze und Thier.

Nehmen wir derartige Vorgänge an, so ist zunächst die Verschiedenheit der Stoffbildung zwischen Thier und Pflanze leicht zu begreifen; denn sie folgt den allgemeinen, die Zellen-

bildung beherrschenden Gesetzen. Wie in jeder Zelle die sie zusammensetzenden Einzeltheile, wie namentlich Kern und Zellenwandung, von verschiedenartiger chemischer Beschaffenheit sind, und also in ihr Differenzirungen der Materie stattfinden, so ließe sich annehmen, scheiden sich die Substanzen in jenen Urzellen, so daß namentlich an jenen Stellen, die zu Thierkeimen werden, eine reichlichere Menge stickstoffhaltiger Substanzen sich hinzieht.

Haben durch derartige Vorgänge die Pflanzen- und Thierkeime eine verschiedenartige Organisation und verschiedenartige Zusammensetzung hinsichtlich der chemischen Stoffe erhalten, so entwickeln sie sich von selbst in den verschiedenen Richtungen auf verschiedene Weise, so daß keine weitern organisirenden äußeren Einflüsse und keine hierdurch bewirkten Metamorphosen nothwendig sind. In allen pflanzlichen Zellen bildet sich z. B. die Cellulose, die in den thierischen Zellen gar nicht oder wenig vorkommt, und dagegen entwickeln sich in den meisten thierischen Zellen höher organisirtes Eiweiß, namentlich Muskelfaserstoff.

Es wird uns nun auch einleuchtend, warum nur der Pflanze und nicht auch dem Thiere die Fähigkeit zukommt, unmittelbar aus den chemischen Elementen die organischen Substanzen zu bereiten. Findet, wie wir anzunehmen Gründe haben, eine Scheidung der Bildungsmaterie der Urzelle in einen animalen und einen vegetativen Theil, von welcher der erstere die Stelle des Kerns oder Kernkörperchens der Zelle vertritt, statt, so gelangen die von außen angezogenen Elemente, bevor sie den Keim zum Thiere erreichen, zunächst durch den übrigen Theil der Zelle, werden hier den organisirenden Einflüssen ausgesetzt und gelangen schon vorbereitet, als organische Substanz, zum Thierkeime, gerade so, wie in dem Thiere selbst die Nahrungsmittel durch das vegetative Blatt, nämlich den Darmkanal, die Milz, die Leber und die Lunge aufgenommen

und vorbereitet werden, bevor sie auf das animale Blatt, namentlich das Gehirn, als Blut zu wirken vermögen. — Das Pflanzenreich wird hierdurch, wörtlich genommen, das Visceralblatt des Thierreiches und bereitet für dasselbe aus den Elementen die organischen Substanzen vor.

Endlich weise ich darauf hin, daß durch diese Annahme die, ohne dieselben nicht wohl zu begreifende, Beziehung mancher Thiere zu bestimmten Pflanzen auf eine einfache Weise erklärt würde. Ist nämlich die Pflanze ursprünglich das Visceralblatt vom Thiere, so müssen diejenigen Pflanzen, die mit einem bestimmten Thiere dieselbe Urbildungszelle hatten, vorzüglich geeignet sein, demselben zur Nahrung zu dienen, da sie aus den Substanzen bestehen, aus welchen in der Zelle der zum Thierkeime werdende Theil derselben die nothwendigen Stoffe an sich zog. Je weiter durch fortgesetzte Bildungsvorgänge die neuen Thierarten sich von der ursprünglichen Erzeugungsstätte entfernen, und um so mannigfaltiger hierdurch die Thier- und Pflanzenwelt wird, um so mehr geht die ursprüngliche Beziehung verloren. — Es ist übrigens denkbar, daß, in den jüngeren Schöpfungsperioden, auch in Keimen, welche schon von Pflanzen abstammten, sich, unter dem Einflusse der organisirenden Bewegungen, der Prozeß der Differenzirung der bildsamen Materie wiederholte, so daß sich vielleicht in dem pflanzlichen Körper Keimkügelchen zur Entwicklung eines thierischen Körpers bildeten. Hierdurch wird es denkbar, daß nicht alle Thiere, aus den, unmittelbar aus den Elementen entstandenen Urzellen sich bildeten, sondern in der Weise in einem Pflanzenkeim entstanden, daß ein Theil der Substanz sich zum Thierkeime bildete. Nach dieser Vorstellungsweise könnten wir uns z. B. denken, daß die Seidenraupe zu ihrem Keime das Kernkörperchen der Keimmasse hatte, aus welcher der Maulbeerbaum entstand, wenn gleich diese Pflanze aus einem Keime

hervorging, der nicht unmittelbar aus den Elementen entstand, sondern von einer niedereren Pflanzenart in die neue Schöpfungsperiode überging.

Durch diese Einrichtung, an der wir nicht zweifeln können, sobald wir die Metamorphose der Pflanze zum Thiere verwerfen, hat die Natur dafür gesorgt, daß jede Thierart eine für sie taugliche Nahrung finde. Da höchst wahrscheinlich die Thierkeime, vielleicht nur Kernkörperchen, sehr klein waren gegenüber der übrigen zu Pflanzenkeimen werdenden Bildungsmasse, und für diese Pflanzenkeime die äußern Bedingungen zur raschen Entwicklung vorhanden waren, namentlich eine reichliche Menge von Kohlensäure, welche offenbar in der ersten Schöpfungsperiode in der Atmosphäre sich vorfand, so läßt sich einsehen, daß sogleich genug Nahrung für die kleinen Thierchen, die sich gebildet hatten, vorräthig war.

Die Thiere, welche aus den ersten Keimen entstunden, konnten nur höchst einfache Thierchen, kaum von einer höheren Organisation, als der einer Zelle, sein, wie die meisten s. g. Ammenthierchen von den Thieren, welche den Generationswechsel durchlaufen, sind. Es ist dieses schon daraus zu entnehmen, daß auch die Pflanze, selbst die höheren Arten, im Anfange nur sehr einfache Gebilde zeigen, abgesehen davon, daß höchst wahrscheinlich in der ersten Schöpfungsperiode nur die einfachsten Pflanzenarten existirten. Diese Thierchen konnten sich durch einfache Spaltung vermehren, und erhoben sich vielleicht durch die gewöhnlichen Umwandlungen der Thiere, welche den Generationswechsel durchlaufen, bis zu den niedersten Geschlechtsthieren, was wahrscheinlich dadurch geschah, daß endlich der Zellenkern, welcher auch sonst zur Geschlechtsdrüse wird, sich differenzirte, und zwei getrennte Geschlechter entstanden. Jetzt erst gab es Thiereier.

Daß die Eier der niedereren Thiere die Keime waren, aus welchen in den Schöpfungstagen die höheren Thiere hervorgiengen, wird außer dem schon Gesagten, durch folgende Betrachtung außer Zweifel gesetzt. In jeder neuen Schöpfungsperiode giengen sämmtliche lebende Thiere unter, so daß, mit einigen seltenen Ausnahmen, nie die früheren Thier-Species in der neuen Periode wiederum erscheinen, welche wenige Thierarten übrigens auch möglicher Weise nicht von einer Periode übrig geblieben sind, sondern nach dem nämlichen Typus in der neuen sich gebildet hatten. Es haben demnach Einwirkungen stattgefunden, welche nicht zufällig das Leben zernichteten. — Nicht die Ueberschwemmungen waren die genügende Ursache des Unterganges der alten Schöpfung; denn die im Wasser lebenden Thiere hätten ihre Existenz hierbei behaupten können. Nicht eine Erhitzung des Wassers nahm allen Wasserthieren das Leben; denn abgesehen davon, daß man im Eise Sibiriens noch gut erhaltene Mammuththiere fand, was für sich schon gegen die allgemeine Wirkung des Feuers spricht, würde eine allgemeine und große Erhitzung der Erde nicht allein alle lebenden Geschöpfe getödtet haben, sondern auch alle organische Substanzen (deren Existenz nach dem oben Gesagten eine nothwendige Bedingung zur Hervorbringung der höheren Thiere, ja selbst des gesammten Thierreiches, war) zur weitern Entwicklung unfähig gemacht haben. Manche andere Todesursachen, wie z. B. der sich bildende Schlamm und irrespirable Gasarten konnten nicht so allgemein gewirkt haben, daß nicht ein Theil der Geschöpfe der Zerstörung entrinnen konnte, um in die neue Periode überzutreten. Da dennoch die frühere Thierwelt im Ganzen untergegangen ist, müssen wir annehmen, daß eine Ursache gewirkt habe, die bei dem in der Luft schwebenden Thiere und dem auf dem Boden des Meeres lebenden, sowie bei dem auf dem Lande sich befindenden, gleich-

mäßig die Lebensvorgänge unterbrochen habe, und daß es also eine allgemeine wirkende Todesursache gegeben habe.

Wenn, wie in dem ganzen vorliegenden Werke bewiesen wird, die unmittelbar die Lebenserscheinungen erzeugende Ursache die electrischen Wechselwirkungen im Körper und die des Körpers mit der Außenwelt sind, so muß also eine Ursache gewirkt haben, die die electromotorischen Strömungen im Körper allgemein aufgehoben hat. Als eine solche Ursache nahm man allerdings eine, die ganze Erdoberfläche bedeckende und das Wasser erfüllende Menge kohlensauren Gases an, es ist aber eine derartige intensive und allgemeine Entwicklung von Kohlensäure nicht allein, den geognostischen Verhältnissen nach, unwahrscheinlich, sondern ihre Annahme aus dem Grunde durchaus zu verwerfen, weil durch die Kohlensäure nicht allein die lebenden Thiere getödtet worden wären, sondern auch die Lebensfähigkeit in den Keimen (Eiern) zerstört und, einen beträchtlichen Zeitraum hindurch, das neue Aufleben von Thieren unmöglich gemacht worden wäre. Das Auftreten der höchsten Thiere in der letzten Schöpfungsperiode macht demnach die Annahme einer allgemeinen Bedeckung der Erde mit kohlensaurem Gase als allgemeine Ursache des Unterganges der bisherigen Thierwelt geradezu zur Unmöglichkeit.

Ist es nicht zunächst der aufgehobene Athmungsprozeß, welcher (durch mangelnde Erneuerung der electrischen Gegensätze) die electromotorischen Strömungen in der ganzen Thierwelt unterbrochen hat, so konnten es nur Einwirkungen sein, welche die electrischen Gegensätze, namentlich die Polarisation der Molecüle, unmittelbar geändert haben. — Wie ich im zweiten Theile dieses Werkes ausführlich zeigen werde, sieht man am Himmel Vorgänge, welche auf das Gelten ähnlicher Gesetze bei Entstehung der Welten hinweisen, welche wir in der Pflanzen- und Thierzelle wirken sehen, indem dort in den un-

auflöslichen Nebelflecken, in den Sternkugeln (von mehr als 20,000 Sternen), den Sternringen, den spiralförmigen Nebel-Flecken, den einfachen und mehrfachen Nebelsternen u. s. w. zahlreiche Erscheinungen wahrgenommen werden, die im Großen die Bedeutung zu haben scheinen, welche wir der Bildung der Keimkugeln und der Zellen im Organischen, den Keimspaltungen, den Bildungen von Mutter- und Tochterzellen u. s. w. beilegen. Und wie ich weiter unten im vorliegenden Theile dieses Werkes darzulegen suchen werde, waren ohne Zweifel die Schöpfungsvorgänge auf der Erde nicht isolirte Ereignisse, sondern standen mit allgemeineren Bewegungen in Verbindung und waren von den organisirenden Einflüssen eines größeren Ganzen abhängig. Da hiermit nothwendig Polarisationsveränderungen zusammenfallen mußten, so daß selbst höchst wahrscheinlich eine Axendrehung des Erdkörpers hiervon die Folge war, so mußten sich die electrischen Gegensätze in den untergeordneten Polarisationen nothwendig ändern, was für sich eine genügende Ursache für den Tod der ganzen Thierwelt sein konnte.

Können wir nur in derartigen, so eben im Allgemeinen bezeichneten, Verhältnissen den Grund des Unterganges der Thierwelt suchen, so folgt hieraus, daß die Eier allein es waren, die den neu entstehenden höheren Thieren die materielle Unterlage geben konnten, indem in ihnen nicht sowohl Lebensprozesse gestört, als durch die erwähnten Einflüsse angefacht werden konnten. In den unbefruchteten Eiern, und selbst auch in den befruchteten, so lange nicht alle Bedingungen zum Leben erfüllt sind, z. B. so lange nicht bei dem Vogeleie die Brutwärme gewirkt hat, sind die, vom Leben abhängigen electromotorischen Strömungen noch nicht im Gange; es konnte also eine große Polarisationsveränderung, wie z. B. eine solche sich bilden konnte, wenn unser Sonnensystem in einen neuen Weltraum trat, in dem Dotter keine electrischen Wechselwirkungen unterbrechen. Wohl

konnten aber durch eine solche Einwirkung Strömungen zu Stande kommen, wenn Körper vorhanden waren, in welchen electrische Gegensätze geweckt werden konnten, was jedenfalls der Dotter im Eie ist.

Wir werden finden, daß in der ersten Schöpfungsperiode, und wohl auch in den folgenden, insoferne eine neue Urzeugung von organisirten Körpern noch während derselben stattfand, der Zusammentritt von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zu organischen Substanzen und zu Keimkugeln und Zellen, also zu polarisirten Körpern, nur unter der organisirenden Einwirkung eines größern organischen Ganzen geschehen konnte. Sind wir aber zu dieser Annahme gelangt, so wird es uns nicht schwer fallen, in diesen organisirenden Bewegungen den Grund der neu beginnenden Organisation in den, zur Zeit dieser großen Ereignisse vorhandenen Eiern zu suchen.

Ein Bedenken gegen die vorgebrachten Gründe, daß in den Eiern der niederern Thiere die Keime zur Entwicklung der höhern Thiere lagen, dürfte auf den ersten Blick der Umstand sein, daß die Begattungszeit der Thiere eine verschiedene ist, namentlich zwischen den Thieren, welche auf der nördlichen und jenen, welche auf der südlichen Halbkugel der Erde leben, und daß also jene große Naturereignisse in eine Zeit fallen mußten, in welcher ein großer Theil der Thiere oder vielmehr der Thiereier nicht für jene Bewegung vorbereitet war. Es wird dieses Bedenken bei folgender Betrachtung wahrscheinlich schwinden. Nicht die Begattungszeit der Thiere ist für die in den Eiern von Statten gehenden Metamorphosen nothwendig, denn die Erweckung der electrischen Gegensätze im Dotter und mithin die Erregung der Lebensprozesse geschieht ja in diesen wichtigen Perioden durch einen andern Anstoß, als den der Samenfädchen, welche die Dotterkugel berühren, nämlich durch

die organisirende, (polarisirende) Einwirkung des größeren organischen Ganzen, durch welche auch die organischen Substanzen und die ersten Keimkugeln und Urzellen entstanden, als es noch keine Thiereier und keinen männlichen Samen auf der Erde gab. Es ist nur nothwendig, daß reife Eier zur Zeit jener Ereignisse vorhanden waren, und hieran wird wohl nicht gezweifelt werden können, wenn man weiß, in welcher ungleichen Entwicklung die Eier im mütterlichen Körper sich vorfinden (Vergl. meinen Atlas Taf. 1 Fig. 9), und wie lange reife Dotterkugeln an dem Orte ihrer Bildung liegen können, bis die Befruchtung stattfindet, und auch, wie lange befruchtete Eier in ihrem Zustande unverändert liegen können, z. B. das Hühnerei, wenn noch eine der Bedingungen zur Erweckung des Lebens in ihnen fehlt.

Hierzu kommt noch, daß es nicht gewiß ist, daß die Schöpfungsbewegungen in einem Zeitmoment sich gleichmäßig über den ganzen Erdboden ausbreiteten, und daß vielmehr es wahrscheinlicher ist, wenn die Sonne an diesen Ereignissen einen Antheil nahm, daß die Bewegung auf der einen Erdhälfte begann und über die andere fortschritt, und also die Zeit der Metamorphosen leicht mit der Zeit des Eierlegens der Thiere und der Brunstzeit zusammenfallen konnte.

Die organisirenden Bewegungen, welche in den reifen Eiern die electrischen Gegensätze und mit ihnen die Lebensbewegungen weckten, konnten diese Wirkung überall hervorbringen, wo sich reife Eier befanden, und mußten nicht das Ei im Freien erwarten. Sie konnten demselben den Anstoß zur Bewegung ebenso im Leibe des Fisches und des Reptils geben, wie in dem des Vogels und Säugethieres, und es läßt sich denken, daß unter obwaltenden Umständen auch die Bläschen, welche die Eier noch einschlossen (ähnlich den Samenkapseln bei den Pflanzen), sich vollends öffneten und die Eier, in welchen die Bewegung

erregt war, von sich gaben, welche sodann von dem sterbenden Thiere abgiengen und von den Wasserwogen fortgeschwemmt wurden.

Giengen derartige Bewegungen über die Erde hin, wo sie nothwendig in jedem Theile des Bodens, des Wassers und der Luft ihre Wirkungen äußern mußten, so läßt sich erwarten, daß sie die bildsame Materie bewegten, wenn auch nicht alle Verhältnisse vorhanden waren, welche bei dem gewöhnlichen Gange der Natur zur Entwickelung des Thieres als nothwendig erscheinen, namentlich die höheren Temperaturgrade bei der Entwickelung des Vogels und Säugethieres im Eie. Wie wir bald sehen werden, lebten sämmtliche höhere Thiere zuerst im Larvenzustande und athmeten durch Kiemen; es läßt sich also voraussetzen, daß ihr Körper im Anfange ihres Daseins einen geringeren Temperaturgrad besaß, als das Thier zeigt, wenn das Lungenathmen begonnen hat.

Finden Einflüsse statt, wodurch Polarisationen in der Materie sich bilden, so muß nothwendig die Wirkung eine andere sein, je nachdem die Substanz, welche dieser Einfluß trifft, noch frei von Verbindungen ist, oder schon in Polaritätsverhältnissen steht, indem die vorhandenen Verhältnisse mitbestimmend sein müssen. Es wird also das Ergebniß der Bewegung ein anderes sein, je nachdem die Einwirkung blos auf freie Stickstoff-, Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome wirkt, oder auf eine Urzelle, oder einen Pflanzensamen, oder das Ei von einem Mollusken, von einem Insekt, Fisch, Reptil, Vogel oder Säugethier. — Da übrigens in der ganzen Entwickelung ein so tief gehender Plan zu erkennen ist, nach welchem die Naturkräfte in Wirksamkeit treten, und das Resultat der Bewegung, offenbar dem beabsichtigten Zwecke entsprechend, ein so mannigfaltiges war, je nach dem Typus der Organisation, die hervorgebracht werden sollte, so sei es mir erlaubt, um

hierdurch auszudrücken, daß die hier stattfindenden Polarisationen unter einem noch weiter die Organisation bestimmenden Einfluß stunden, dieselben die typischen Polarisationen zu nennen.

Ob in der Materie, welche vielleicht der Träger des, von einem größern Ganzen ausgehenden Einflusses auf die sich organisirenden Substanzen war, irgend welche Verschiedenheit bestand, und ob durch diese Verschiedenheiten theilweise der Typus der Organisation bestimmt wurde, und wie sich das geistige Wesen zur Materie verhielt, wollen wir vorerst nicht untersuchen, sondern nur annehmen, daß die neuen Bildungen unter Einflüssen, welche von einem größern Ganzen ausgiengen, zu Stande kamen.

Abgesehen von den Aufschlüssen, welche uns die Erdschichten und ihre Versteinerungen von dem vorweltlichen Zustande der Erde (die Paläontologie) geben, können wir annehmen, daß in der ersten Schöpfungsperiode keine höher entwickelten Thiere existirten, als die oben bezeichneten der niedersten Bildung; denn nach den allgemeinen Naturgesetzen ist es nicht wohl denkbar, daß die aus den Urzellen entstandenen Ammenthierchen bis zu einem Wirbelthiere oder auch nur bis zur Stufe des Insektes sich entwickeln konnten.

Nachdem es Thiereier gab, war die Grundlage zu einem neuen Schöpfungs- oder Entwicklungsakte geschaffen. Nehmen wir an, in den aus den Urzellen hervorgegangenen Thierkeimen wirkten, außer der centrischen Differenzirung, wodurch Theile nach Art der verschiedenen Bestandtheile einer Zelle entstanden, bis jetzt nur eine Polarisation in der Längenaxe, wodurch ein vorderes Körperende und ein hinteres sich bildeten, und die neue Bewegung brachte nun weitere Keimspaltungen hervor, so mußte aus einem Eie, aus welchem ohne den Hinzutritt dieser neuen Bewegung, vielleicht nur ein Ammenthierchen für einen

Polypen oder eine Qualle entstanden wäre, jetzt z. B. der Embryo zu einem Mollusken oder einem krebsartigen Thiere werden, indem eine neue Polarisation eintrat, welche die durch die Spaltung der Längenaxe entstandenen Querspaltungen durchkreuzte, und also neue Abtheilungen bildete. Es entstunden jetzt Thiere mit seitlichen Körperhälften, paarigen Ganglien in der Meridianlinie, und mit mehrfachen Organen. Ein Uebergang der Thiere nach Art der Polypen und der Quallen zu Wirbelthieren ist aber auch jetzt noch nicht wahrscheinlich.

Erst nachdem durch die Bildung eines Rückenganglienstranges, seitlicher Körperhälften, schon deutlicher differenzirter Sinnesorgane u. s. w. die Anlage eines Wirbelthieres vorbereitet war, und auch vielleicht die organischen Substanzen im Ei denen des Wirbelthieres näher gebracht worden waren, läßt sich erwarten, daß eine neue, über das Thierei hingehende Bewegung diejenigen Keimspaltungen hervorbrachte, die die Embryonalanlage eines Wirbelthieres bewirken konnte. Die wichtigste, in dem Thierkeime jetzt vor sich gehende Veränderung war die durch die horizontale Keimspaltung bewirkte Abgrenzung einer obern und einer untern Körperzelle, in welcher ersteren die Centraltheile des animalen Blattes oder des Nervensystems, jetzt ganz getrennt von dem Visceralblatt lagen, welches in eine besondere Zelle eingeschlossen war. Es ist zu erwarten, daß unter den Wirbelthieren die Fische zuerst entstehen mußten, denn theils schließen sie sich, obgleich zwischen dem Wirbelthiertypus und der Organisation der niederen Thiere noch ein bedeutender Unterschied besteht, mehr als die Amphibien diesen Thieren an, und theils nähern sich die höhern Amphibien, nämlich die krokodilartigen Thiere, am Meisten den warmblütigen Thieren, so daß nothwendigerweise die Amphibien eine Zwischenstufe zwischen den Fischen und den warmblütigen Thieren bildeten. Das Gehirn der Fische ist noch in mehrere Ganglienpaare getrennt,

und das Gefäßsystem nähert sich dadurch dem der niedern Thiere, daß in dem Herzen keine Abtheilung in Seitenhälften sich befindet.

In den Amphibien sind die beiden genannten, wichtigen Theile schon höher entwickelt, so daß bei dem Krokodile sich schon Windungen im kleinen Gehirne, und bei den niederen Amphibien die Vorkammern und bei den Krokodilen selbst die Kammern des Herzens in zwei seitliche Hälften getheilt sind, so daß bei den letzteren Thieren nur noch eine Verbindungsöffnung zwischen der großen Körperschlagader und der Lungenschlagader besteht. Wir erkennen also in diesen Theilen ein Fortschreiten der Keimspaltungen innerhalb des Typus der Wirbelthiere von den Fischen zu den niedern und von diesen zu den höhern Amphibien.

Die krokodilartigen Thiere (Saurier) bereiteten offenbar die Entstehung von Vögeln und Säugethieren vor. Stellen wir z. B. das Gerippe eines Plesiosaurus (eines fliegenden, vorweltlichen Amphibiums) uns vor, so werden wir durch dasselbe eines Theils an das Gerippe eines Vogels und andern Theils an das einer Fledermaus erinnert, und das Gerippe des Ichthyosaurus nähert sich sehr dem der wallfischartigen Thiere. Das Gehirn und das Herz stehen bei den Krokodilen dem der warmblütigen Thiere schon sehr nahe, so daß, was das Gefäßsystem betrifft, nur die Oeffnung zwischen den beiden Hauptschlagadern sich schließen mußte, um den arteriellen Blutlauf von dem venösen ganz zu trennen, wodurch eine Bedingung erfüllt wurde, die die niedern Thiere ohne Zweifel zum höhern Thiere erhoben, nämlich die Herstellung eines rein arteriellen, kräftig auf die Gewebe, insbesondere auf's Gehirn, wirkenden Blutes. — Wie aus den Keimen der Schuppen dieser Thiere Federn und Haare entstehen können, werden wir leicht einsehen, wenn wir uns erinnern, daß die Haare und die Federn

nicht einzeln entstehen, sondern in Mutterzellen, aus welchen durch eine sehr vervielfachte, bis zur Faserung gehende, Keimspaltung die Keime der einzelnen Federn und die der Haare sich bilden.

Selbst innerhalb der hier angegebenen Hauptklassen der Thiere ist ein Emporsteigen der Thierwelt durch eine, in den Schöpfungstagen stattfindende, organisirende Bewegung in den Eiern möglich und wahrscheinlich. Zwischen den krokodilartigen Thieren, aus deren Eier wahrscheinlich die ersten Säugethiere wurden, und dem Menschen bestehen noch so bedeutende Unterschiede, daß wir annehmen müssen, der Erschaffung des Menschen seien andere Keimgeber vorangegangen.

Vergleichen wir mit diesen Resultaten unserer physiologischen Betrachtungen die in den verschiedenen Schöpfungsperioden hervorgebrachten Geschöpfe, wie wir sie in den Versteinerungen noch erkennen, so werden wir uns überzeugen, daß die Natur in der Hervorbringung der jetzigen organischen Welt keinen andern Weg, als den bezeichneten, in der That befolgt habe. Es konnten, wie es sich von selbst versteht, erst Pflanzen und Thiere auf der Erde existiren, nachdem sich die Oberfläche dieses Weltkörpers so weit abgekühlt hatte, daß aus dem, die Erde umgebenden Dampfe sich Wasser niederschlagen und ansammeln konnte, und in ihm selbst sich Niederschläge bildeten. Die ersten Geschöpfe entstanden also erst in den neptunischen Schichten der Erde. — Die unterste Erdschichte dieser Art, der Urthonschiefer, enthält zwar noch gar keine Versteinerungen; ihr reicher Gehalt an Kohlenstoff legt es aber dar, daß auch auf diesem Boden schon organische Substanzen geschaffen wurden und zu Grunde giengen, und gerade der Mangel an Versteinerungen thut kund, daß hier nur Pflanzen und vielleicht auch Thiere existirten, welche noch kein Gerippe oder Gehäuse besaßen, die der Anhaltpunkt zu Versteinerungen

geben konnten. Es wird also wahrscheinlich, daß in dieser frühesten Periode des organischen Lebens nur höchst einfache Pflanzen und Thiere existirten, wie sie nach obiger Annahme aus den, ohne Zweifel ganz weichen Bildungsmassen, die aus den Elementen entstanden waren, hervorgiengen, und im ältesten Meeresschlamme lebten.

Die ersten fossilen Thiere, welche wir finden, und zwar in der untern silurischen Schichte, sind nebst einigen Amorphozonen, eine Anzahl Polypen, Echinodermen, Mollusken und Crustaceen. Hier ist die Thierwelt zum Theil bis zur Entstehung solcher Thiere emporgestiegen, in welchen schon eine Meridianlinie, mit zwei symmetrischen, seitlichen Körperhälften, sich gebildet hat. Wirbelthiere fehlen aber noch. — Auch in der nächstfolgenden Periode, der obern silurischen Schichte behält die Thierwelt im Allgemeinen noch denselben Charakter; vereinzelt und gleichsam nur als Vorläufer der nächsten Periode erscheinen aber zehn Arten von Fischen. (Diese Thatsache, daß sich nämlich in wenigen Arten das, in der nächsten Periode erfolgende Emporsteigen der Thierwelt zu einer Reihe höherer Thiere anzeigt, wiederholt sich mehrmals in der Schöpfungsgeschichte). —

Die eigentliche Schöpfungsperiode für die ersten Wirbelthiere, nämlich diejenige, in welcher schon durch eine zahlreichere Menge dieser höheren Thiere das Thierleben einen andern Charakter erhalten hatte, ist die Periode der Devon'schen Schichte, in welcher schon 140 Fischarten sich vorfinden. Ein höher entwickeltes Wirbelthier gab es aber um diese Zeit noch nicht. —

Die ersten Amphibien erscheinen aber, gleichsam auch nur als Vorläufer, in der Kohlenformation, und erst in der Triasperiode tritt diese Thierklasse in einer verhältnißmäßig beträchtlichen Anzahl von Arten auf. —

Während in der hierauf folgenden Jura- oder Oolithperiode im untern Jura die Zahl der Fischarten auf 226 und die der Amphibien auf 53 gestiegen ist, erscheint jetzt zuerst das Säugethier, aber so viel bekannt ist, erst in einer einzigen Art, und in der Kreideperiode zeigt sich eine Vogelart, (hier aber kein Säugethier).

Erst in der Tertiärperiode treten Vögel und Säugethiere in größerer Menge auf, in den verschiedenen Schichten dieser größeren Periode zusammengenommen, und zwar am zahlreichsten in der obersten oder Diluvialschichte, 130 Arten Vögel und 990 Arten Säugethiere.

Auch jetzt noch, wahrscheinlich nach Millionen von Jahren, nachdem die ersten Urkeimmassen aus den Elementen entstanden waren, wohnte kein Mensch auf der weiten Erde; denn seine Entstehung fällt erst in die jüngste oder jetzige Schöpfungsperiode.

Es konnte hier nur in meiner Absicht liegen, von den Thatsachen, die uns die Paläontologie liefert, so viel mitzutheilen, um es klar zu machen, daß eine allmälige Entwickelung der Thierwelt stattfand, und daß im Allgemeinen die Stufenfolge diejenige war, welche ich oben aus physiologischen Gründen als die nothwendigen Entwicklungsstufen bezeichnete. Aus den vorhandenen Versteinerungen können wir übrigens den Schluß ziehen, daß nicht eine Entwicklungsreihe bestand, auf welcher die Thiere emporstiegen, sondern daß mehrere nebeneinander liefen, und daß zuweilen eine sehr bedeutende Vervielfältigung der Arten stattfand. In jeder Schöpfungsperiode finden wir stets von Neuem Thiere der untersten Ordnungen und zwar solche Arten, welche in den früheren Perioden nicht vorhanden waren; was zu dem Schlusse führt, daß in jeder Periode, neben der weiteren Entwickelung der von frühern Perioden abstammenden Keime, aus den Ele-

menten neue Bildungsmassen entstanden, welche zu neuen Reihen von Geschöpfen die Anfangskeime gaben. Hierdurch war schon ein Grund der Vervielfältigung von Pflanzen- und Thierarten gegeben. — Ein zweiter liegt darin, daß schon die Urkeime keineswegs ganz gleich sein konnten, da die äußeren Einflüsse, unter welchen sie entstanden, jedenfalls nicht auf der ganzen Erdoberfläche gleichartig waren. In der ersten Schöpfungsperiode, in welcher, wie es scheint, die ganze Erdoberfläche vom Meere bedeckt war, und durch die innere Erdwärme selbst an den Polen eine hohe Temperatur erhalten wurde, waren wahrscheinlich die Erzeugnisse der Schöpfungsvorgänge gleichmäßiger, sie erreichten aber eine große Verschiedenheit in den folgenden Perioden mit den sich ausbildenden Verschiedenheiten der Erdoberfläche und den Temperaturunterschieden, die sich allmälig entwickelten. Den dritten Grund der sich entwickelnden Mannigfaltigkeit in den organischen Produkten der Schöpfung dürfen wir wohl darin finden, daß durch die Keimspaltungen in den Mutterzellen stets Verschiedenartiges hervorgebracht wurde. Wir sehen eine Verschiedenartigkeit des Produktes in vielen Keimspaltungen und die, ganze Familien verschiedenartiger Individuen bildenden Thiere, wie die Quallen, Bienen, Wespen, Termiten, Ameisen u. A., in welchen die Keimspaltungen zu den Eichen dieser Thiere in der gemeinschaftlichen Keimmasse oder der Mutterzelle der Eier stattfanden, geben Beispiele, von gänzlicher Trennung der Keime von einander und von Fortexistenz der einzelnen als besondere Thiere.

Wie eine Vervielfachung der Thierarten, auf die angegebene Weise, stattfand, so scheint es dagegen, daß das Ziel der in den Eiern stattfindenden Umwandlungen von verschiedenen Metamorphosen-Reihen im Allgemeinen ein gemeinschaftliches sei, so daß die geringeren Verschiedenheiten bei der Umwandlung

der Keime wenig auf den neuen Organisationstypus einwirkten. Irgend welcher Charakter wird zwar wahrscheinlich das neue Geschöpf durch den, von dem untergegangenen Thiere zurückgelassenen, Keim erhalten haben, diese Unterschiede sind aber vielleicht so unbedeutend, daß sie keine besondern Thierarten, sondern nur Raçen und Spielarten bedingen. Insbesondere ist dieses wahrscheinlich der Fall in Beziehung auf die Entstehung des Menschengeschlechtes.

Es ist wahrscheinlich, daß die Keime, die in der neuesten Schöpfung die Grundlage für die Bildung von Menschen wurden, von verschiedenen Thieren herstammen, und daß auf diese Weise nicht allein die Hauptraçen entstanden, sondern auch die kleineren Abgrenzungen durch Nationalitäten. Der Deutsche, der Italiener, der Jude und der Araber gehören zwar sämmtlich der kaukasischen Raçe an, der Typus der Bildung ist aber doch ein so sehr verschiedener, daß kaum ein und der nämliche Keim allen zugleich angehören konnte.

Die bis jetzt von mir mitgetheilten Resultate meiner Untersuchungen bestehen beinahe blos in der Feststellung der Thatsache, daß die Pflanzen und Thiere nicht in ihrer Vollendung aus der Hand des Schöpfers hervorgiengen, sondern in allmäliger Entwickelung gebildet wurden, und daß nur die einfachen Urkeime unmittelbar aus den Elementen geschaffen wurden, alle Pflanzen und Thiere aber, namentlich die Thiere (auf welche sich vorzüglich die Untersuchung bezieht), durch allmälige Umbildung der Keime entstanden. — Ich habe zwar schon mehrere Muthmaßungen über die Keime, welche bebestimmten Thierarten und Raçen zum Grunde lagen, mir gebildet; ich beschränke mich aber vorerst noch auf folgende allgemeine Betrachtungen über die Verwandtschaften der Thiere.

Es unterliegt die Feststellung der Verwandtschaften der Thiere nach ihren Keimgebern aus dem doppelten Grunde einer großen Schwierigkeit, erstens weil es wahrscheinlich ist, daß Thiere verschiedener Art aus gemeinschaftlichen Keimmassen entstanden sind, und zweitens, weil mehrere Reihen von Thiergeschlechtern neben einander emporstiegen, von denen die Keime sich nach gleichen Gesetzen metamorphosirten, und also die Endresultate der Umwandlungen sehr analog gebildete Geschöpfe sein konnten, die entweder gar nicht oder nur durch einen gemeinschaftlichen Ursprung in einer frühern Schöpfungsperiode mit einander verwandt sind. Stellen wir uns z. B. vor, über die Eier einer den Bienen oder den Termiten ähnlichen Thierart giengen die Bewegungen einer Schöpfungsperiode hin, so daß dieselben zu Keimen höherer Thierarten umgestaltet wurden, so konnte es kaum anders geschehen, als daß die Eier, aus welchen die die Nahrungsstoffe zusammensuchenden und vorbereitenden Individuen im gewöhnlichen Gange entstehen, zu einer andern Thierart wurden, als die Eier der übrigen Individuen des Bienen- und Termitenstockes z. B. die Eier der s. g. Soldaten der Termiten.

Da wir bei Betrachtung der Urkeime Gründe zur Annahme gefunden haben, daß die Keime der ersten Thiere und die der ersten Pflanzen in gemeinschaftlichen Keimmassen oder Mutterzellen entstanden waren, und also das Pflanzenreich ursprünglich in der Keimmasse die dem Visceralblatte analoge Stelle einnahm, weßhalb auch das Pflanzenreich den ersten Akt der Verdauung für das Thierreich übernimmt, und da ein ähnliches Verhältniß, wie zwischen der Pflanze und dem Thiere, zwischen dem Pflanzenfresser und dem Raubthier stattfindet, so gelangen wir, wenn wir namentlich die Oekonomie der Bienenfamilien und ähnlicher Thiere uns vor Augen stellen, zu dem Resultate, daß Fleischfresser und Pflanzenfresser in

irgend einer Entwickelungsperiode aus einer gemeinschaftlichen Mutterzelle enstanden sein konnten. Wir finden also hier eine Verwandtschaft zwischen Thieren, die nach ihrem Körperbau, ihrer Art sich zu nähren, und im geistigen Leben selbst vollkommene Gegensätze zu einander bilden.

Auf der andern Seite ist es z. B. sehr wohl denkbar, ja wahrscheinlich, daß die Hauptraçen der Menschen nicht am Endpunkte einer Entwickelungsreihe stehen, sondern daß sie die Spitzen verschiedener Reihen bilden, so daß die verschiedenen Raçen derselben Gattung von Geschöpfen, ihren Keimgebern nach, vielleicht gar nicht, oder nur durch Vermittlung einer fernliegenden Epoche, mit einander verwandt sind, während vielleicht, ihrem Ursprunge aus den Bildungszellen nach, in jeder Raçe bestimmte Thiere dem Menschen näher stehen.

Bei unseren Nachforschungen über die Verwandtschaften der Thiere zu einander und insbesondere der Menschenraçen und kleinern Abgrenzungen müssen wir vorerst auf den Grad der Aehnlichkeit des Gesammtausdruckes Rücksicht nehmen. Die äthiopische Raçe z. B. hat eine solche Uebereinstimmung der einzelnen Stämme hinsichtlich des Baues des Schädelgewölbes, der schiefen Stellung der Zähne, der langen Arme, der Wollhaare, der Hautfarbe u. s. w, daß man vermuthen darf, die Keime, aus welchen die einzelnen Negerstämme hervorgiengen, seien von sehr nahe mit einander verwandten Thierarten abstammend, die in der Antediluvialperiode über Afrika sich ausbreiteten, während dagegen die kaukasische Raçe von der aethiopischen so sehr verschieden ist, daß wir die Keimgeber in andern Thiergattungen vermuthen dürfen. — Auch mögen specielle Vergleichungen der Eigenthümlichkeiten in dem Baue der einzelnen Theile oft zur Erkennung der Verwandtschaften führen. — Ferner zeigen oft die Ernährung und die

übrigen Lebensverhältnisse der Thiere die bestehende Verwandtschaft durch gemeinschaftliche Keimgeber an. Sind Thiere auf ganz bestimmte Arten der Nahrungsmittel, von Pflanzen oder Thieren, angewiesen, so können wir hierdurch zu Muthmaßungen über ihre Entstehungsweise geführt werden, welche vielleicht durch andere Thatsachen unterstüzt werden. — Endlich sind von der Paläontologie noch manche Aufschlüsse über die Verwandtschaften zu erwarten, wenn wir nach und nach von allen Theilen der Erde wissen, welche Versteinerungen in den verschiedenen Schichten vorkommen, so daß wir überall die untergegangenen Thiergeschlechter mit den in der nächsten Schöpfungsperiode auftretenden vergleichen können.

Die Metamorphosen der Thiergeschlechter konnten unmöglich mit einem male geschehen, denn die Eier der Thiere, welche sich zu den neuen Keimen umwandelten, hatten großen Theiles andere Verhältnisse zu ihrer Entwickelung nothwendig, als das ausgebildete Thier, und die junge Brut war auch im Anfange unfähig, in gleicher Weise, wie das groß gewordene Thier, seiner Nahrung nachzugehen.

Bei dem Uebergange der von Sauriern und wohl auch andern Amphibien abstammenden Keime zu Vögeln und Säugethieren lagen jedenfalls die Eier im Wasser, es ist aber durchaus nicht denkbar, daß unmittelbar aus einem solchen Eie hervor sich ein Adler in die Luft schwingen oder ein Löwe an das Ufer springen und seine Beute zerreißen konnte. Es lebten daher viele Thiere eine geraume Zeit im Larvenzustande. Die Vögel- und Säugethierembryonen haben geraume Zeit Kiemen gehabt, und es bedurfte ihrer größern Entwickelung, um diese Thiere fähig zu machen, längere Zeit im Wasser zu athmen. Die Art des Kreislaufs in der Frucht dieser Thiere machte das Kiemenathmen möglich, und die durch die Mischung beider Blutarten und den Mangel

des Luftathmens herabgesetzte Temperatur des Körpers gab dem Thiere die Fähigkeit, im Wasser zu leben. Längere Zeit hindurch sieht man bei Embryonen die Finger und die Zehen durch eine Haut verbunden, indem die vollkommene Spaltung dieser Theile erst später eintritt. Dieser Bildungsvorgang machte eine Einrichtung möglich, wodurch eine Art von Schwimmhaut gebildet wurde. Die Metamorphose der Kaulquappen (Froschlarven) zum vollkommenen Frosche endlich zeigt, daß nicht allein Kiemen, sondern auch andere Theile, z. B. der beträchtlich entwickelte Schwanz, bei der Umwandlung der Larve zum ausgebildeteten Thiere verschwinden können, was darauf hinweiset, daß bei den Metamorphosen der höheren Thiere, von den im Wasser lebenden Larven zu ihrem bleibenden Zustand, ähnliche Umwandlnugen stattgefunden haben mochten. Ja derartige Veränderungen müssen nothwendiger Weise eingetreten sein, weil die große Verschiedenheit der Lebensverhältnisse dieselben verlangte.

Wenn wir in Betrachtung ziehen, daß die Federn der Vögel und die Haare der Säugethiere in gemeinschaftlichen Mutterzellen entstehen, deren Keime in den Intercellularräumen sich bilden, namentlich an den Kreuzungsstellen der Meridianspaltung mit den Querspaltungen, welche die Abtheilungen der Rückensäule im Wirbel bilden, und daß an diesen Stellen auch die Rücken-, Schwanz-, und Afterfloßen ihre Keimstellen haben, so werden wir leicht uns vorstellen können, wie die Federn und die Haare der höhern Thiere erst später zur Entwicklung kommen konnten, ja wie ihre Keime vielleicht im Larvenzustand des Thieres Körpertheile darstellten, welche die Dienste der Rücken- und Schwanzflossen versahen.

Suchen wir vor unsere Phantasie das Bild der Erde zu stellen, welches dieser Weltkörper unmittelbar nach der letzten Katastrophe hinsichtlich der Thierwelt darbot, so erscheint noch

im Anfange über der Oberfläche der Erde eine Grabesstille herrschend; denn, was bis jetzt athmete, liegt verschüttet, und von den neuen Geschöpfen regt sich noch Nichts in der Luft. Kein Vogel schwingt sich empor, kein vierfüßiges Thier nimmt über die, aus dem Wasser hervorragenden Höhen seinen Lauf, wenn dieselben auch schon trocken geworden sind, keines Menschen Fuß wandelt auf der Erde. — Dagegen wird es auf dem Grunde des Wassers bald lebendig, indem hier nicht allein die Eier der Fische und anderer Wasserthiere zur Entwicklung kommen, sondern auch solche, aus welchen die Larven höherer Thiere hervorgehen. — Allmälig wird aber von diesen, in der Umwandlung begriffenen, Thieren der Rand des Wassers belebt, indem sie hier Sonne und Luft suchen, da neben dem Kiemenathmen allmälig auch das Lungenathmen sich bei diesen Thieren einstellt. — Die jungen Thiere leben von den im Schlamme keimenden und rasch sich vermehrenden Pflanzen. — Mit fortschreitender Metamorphose gehen manche Thiere immer häufiger an das Land und kehren zuletzt nur besuchsweise und um ihre gewohnte Nahrung zu holen zu der Tiefe des Wassers zurück. — Die Kiemen verschwinden, das Lungenathmen wird vollständig, der etwa an den Larven vorhandene, zum Schwimmen taugliche Schwanz zieht sich zu einem runden Schweife zusammen oder wird auch ganz aufgesogen (wie der Schwanz der Froschlarven) und die Horngebilde, Federn und Haare entwickeln sich oder vorhandene Gebilde derselben Keime wandeln sich vollends in diese Gewebe um. — Jetzt beginnen Vögel durch die Luft zu flattern und Insekten schwirren, ebenfals aus den Larven und ihrer Verpuppung hervorgegangen. Und über das Land, das sich inzwischen mit Grün und emporstrebenden Pflanzen bedeckt hat, springt der Grasfresser einzeln und in ganzen Heerden, und da und dort jagt ihm ein junger Wolf oder Löwe nach.

Der Mensch konnte sich nicht anders entwickeln, als die übrigen Thiere. Zwischen den zahllosen Keimen anderer Geschöpfe lagen solche, aus welchen das Menschengeschlecht hervorgehen sollte, und zwar muß angenommen werden, daß auch sie in großer Anzahl vorhanden waren, da in dem der neuesten Schöpfungsperiode vorhergehenden Zeitraume, der für den Menschen der Keimbereitende war, durch Jahrtausende fortgesetzte Zeugungen die keimgebenden Thiere sich vermehrt hatten. Wir müssen also annehmen, daß aus Millionen Eiern Larven hervorgingen, welche die Metamorphosen bis zum vollendeten Menschen zu durchlaufen hatten. Die Keime, ohne Zweifel selbst schon von Säugethieren herstammend, konnten nur klein sein, und die ersten Larven der Menschen waren daher kaum wenige Linien lang. — Wir dürfen also annehmen, daß am Rande des Wassers häufig kleine Thierchen erschienen, welche im Allgemeinen in ihrem Baue mit den andern Thieren übereinstimmten, da sie auch mit Kiemen versehen waren, und zum Schwimmen eingerichtet sein mußten, welche Geschöpfe aber eine ganz andere Bestimmung, als das neben ihm sich bewegende und im Augenblick scheinbar gleich berechtigte Lärvchen eines andern Thieres, hatten.

Diese Thierchen zeigten wohl kleine Verschiedenheiten in den Gegenden am Himalaya, aus welchem die mongolische Raçe entsprang, von denen am Kaukasus und vielleicht an den Alpen, welche zu den Nationen der edlen kaukasischen Raçe wurden, sowie denen an den Cordilleren, aus welchen die Stämme der Indianer entstanden, und denen in den Wassern der höheren Theile Afrikas, die sich zu den äthiopischen Völkern umbildeten.

Allmälig, unter beträchtlichem Wachsthum der Larven, traten die Umwandlungen ein. Die Gliedmaßen sproßten an den bestimmten Stellen hervor, wobei aber im Anfange zwischen den Fingern und den Zehen noch eine Art Schwimmhaut

sich befand; bedeutend erhob sich das Schädelgewölbe, die Kiemen zogen sich allmälig zurück, und das junge Geschöpf mußte, um Athem zu schöpfen, häufig an die Oberfläche des Wassers sich begeben. — Allmälig fing auch dasselbe an, sich an dem Ufer emporzuarbeiten, und hatte schon das Antliz und großen Theils die Gestalt des Menschen. — Endlich verschwanden, im Wege der Aufsaugung, vollends die Theile, die den Larvenzustand bezeichneten; die Athmung gieng ausschließlich durch die Lungen von statten; der junge Mensch hatte gehen gelernt, und fing an, seine Nahrung auf dem Lande zu suchen. Es entwickelten sich die Geschlechtsorgane und die übrigen Unterschiede zwischen Mann und Frau. — Die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Geistes begann.

Es läßt sich annehmen, daß der Mensch, so lange er in dem Larvenzustand verweilte, bei Weitem nicht das geistige Uebergewicht über die übrigen Geschöpfe behauptete, als dieses nach seiner Vollendung der Fall war. So lange noch das arterielle Blut mit dem venösen sich mischte, also so lange nicht das Athmen vollständig durch die Lungen vollführt wurde, war schon hierdurch ein Zustand gesetzt, der dem der Frucht in dem Mutterleibe und dem der niederen Thiere sich näherte, und der Mangel der Sprache, so lange die Larve ein vollständiges Wasserthier war, konnte auch einen bedeutenden Vorsprung im geistigen Leben vor den andern Thieren nicht herbeiführen. — Vollkommen anders wurde aber die Bedeutung des Menschen, nachdem ein rein arterielles Blut anfieng, zu den Geweben und namentlich zum Gehirn zu fließen, und nachdem derselbe, ein Bewohner des Landes geworden, über die mannigfachen, durch die Sinne sich ihm darbietenden Gegenstände anfieng, mit seinem Nebenmenschen die Gedanken zu tauschen, und sich allmälig die Sprachen bildeten.

Der Mensch, in diesem Zeitraume der Metamorphosen, hat Gegenstände und Ereignisse zu beobachten Gelegenheit gehabt, welche wir nicht mehr sehen, und welche der jugendliche Geist unmöglich sich zu erklären vermochte. Er sah die vielfachsten Meeresgeschöpfe und die wunderlichen Uebergänge vom Wasserthiere zum Vogel und Säugethier. — Die interessanteste Erscheinung mußte ihm aber der Mensch selbst sein; denn es läßt sich erwarten, daß die Entwicklung sämmtlicher Keime nicht ganz gleichmäßig von statten gieng, sondern dieselbe in manchen Individuen andern voranschritt. So mochte es kommen, daß schon vollkommen entwickelte Menschen an dem Ufer von Flüssen, Seen oder dem Meere hinschritten und ihnen ähnliche Geschöpfe sahen, welche in dem Wasser, als noch in der Metamorphose begriffene Larven, umher schwammen. Schwerlich hatte der Mensch ein vollkommenes Bewußtsein seines früheren Zustandes, und so sah er die ihm mehr und mehr schon ähnlich gewordenen Gestalten im Wasser als besondere Wesen an, die wohl auch, je mehr sie der Entwicklung entgegeneilten, mit ihm in Wechselwirkung traten. — Es hat daher wohl Manches von dem, was wir als reine Schöpfungen der Phantasie einer noch kindlichen Zeit zu betrachten gewohnt sind, in der That eine Wirklichkeit zur Grundlage, da vorübergehend Geschöpfe existirten, die den Gestalten in unsern Sagen mehr oder weniger entsprechen. Durch Ueberlieferung von Geschlecht zu Geschlecht kamen Darstellungen dieser Gestalten und Scenen auf die Nachwelt, und wurden, vielfach durch die Phantasie verändert, die Grundlage mancher Theile der Mythologie der Völker.

Wenn wir die Wege verfolgen, auf welchen die Natur durch Millionen von Jahren vorgeschritten ist, um immer höher befähigte Geschöpfe hervorzubringen, so müssen wir erkennen, daß hier überall Voraussicht und Zweckmäßigkeit waltet. Mit

jeder Thierart sind mit ihrer Erschaffung zugleich die ihm zukommenden Nahrungsstoffe hervorgebracht worden; ja die ganze Erde hat eine Einrichtung erhalten, die zur höheren geistigen Entwicklung der Geschöpfe geeignet ist. Durch zahlreiche Keime ist bei jeder Thierart, namentlich bei dem Menschen, dafür gesorgt worden, daß nicht das Geschlecht untergehe, womit dasselbe ohne Zweifel bedroht gewesen wäre, wenn nur auf einem einzigen Paare die ganze Zukunft beruht hätte. Ja dadurch, daß mehrere Entwicklungsreihen der Thiere neben einander emporstiegen, und in jeder neuen Schöpfungsperiode wieder aus den Elementen Urzeugungen geschahen, welche zu neuen Reihen von Geschöpfen die Grundlage gaben, wurde dafür in reichlichem Maaße gesorgt, daß durch keine dazwischen tretende Ereignisse der große Zweck der Naturwirksamkeit gestört werde, die Geschöpfe auf immer höheren Stufen der Entwicklnng zu führen.

Suchen wir endlich nach den Mitteln, durch welche die Natur diese großen und von Zeit zu Zeit sich erneuernden Metamorphosen hervorgebracht hat, so gelangen wir zu folgender Betrachtung: Die Erschaffung von Urkeimen aus den Elementen und sämmtliche, durch die Keime gehende Metamorphosen sind an die Perioden der Erdumwälzungen gebunden. Seit der letzten Schöpfungsperiode entstanden aller Wahrscheinlichkeit nach keine neue Pflanze und kein neues Thier mehr. Man ist also zur Annahme gezwungen, daß in jenen Erdbewegungen wenigstens ein mitwirkender Grund von der Erschaffung der Pflanzen- und Thierwelt gelegen sein mußte. In den Erderschütterungen an und für sich kann jedoch unmöglich die bewegende Ursache zu Organisationen sich befinden, namentlich nicht zu solchen hohen Bildungen, wie der menschliche Organismus ist, und die Erfahrung zeigt auch keine ähnliche Wirkung von allen Erdbeben, welche in der geschichtlichen Zeit stattfanden. Es muß also angenommen werden, daß in

jenen Zeiten, in welchen die großen Erdumwälzungen stattfanden, und die Pflanzen- und Thierwelt geschaffen wurde, nicht sowohl, und wenigstens nicht allein, zufällige Erschütterungen entstanden, wie die Erdbeben sind, wenn etwa die Oeffnung eines Vulkanes sich verstopft und den, durch das unterirdische Feuer erzeugten Gasen keinen Ausfluß gestattet, sondern daß Einflüsse stattfanden, welche der Erde selbst eine andere Gestalt verliehen, und den hierzu tauglichen Stoffen auf der Oberfläche der Erde eine Organisation gaben. — Wohl können wir die Möglichkeit annehmen, daß auch zufällige electrische Bewegungen, welche ja auch auf die Magnetnadel einen Einfluß ausüben, wenn sie ein in den Dotterspaltungen begriffenes Ei berühren, eine Vervielfältigung der Spaltungen hervorbringen können; wenn aber diese Bewegungen nach keiner Gesetzmäßigkeit geschehen, so können höchstens Mißgeburten, namentlich Doppelfrüchte, daraus entstehen, und das wahrscheinliche Loos eines solchen Eies, das von diesen Stößen getroffen wird, ist das Absterben des in der Entwicklung begriffenen Keimes.

Wir müssen also annehmen, daß jene Erdbewegungen und und die damit verbundenen Organisationen durch Ursachen zu Stande gebracht wurden, die nach bestimmten Gesetzen wirkten, und zwar, da die Bildungsvorgänge von der einfachen Zelle und von den einfachsten Pflanzen und Thieren in der ersten Schöpfungsperiode bis zur Umwandlung des Hervorgebrachten zum menschlichen Organismus in der letzten Periode stetig fortschritten, daß sie nach Gesetzen wirkten, durch welche die Bewegungen sämmtlicher Schöpfungsperioden als ein Gesammtakt der Organisation sich darstellen.

Durch diese Betrachtungen kommen wir zu dem Schlusse, daß entweder die Erde selbst aus innern Kräften in einer fortdauernden, gesetzlichen Umwandlung begriffen seie, welche entsprechende Veränderungen der organisirten Körper auf ihrer

Oberfläche mit sich führen, oder daß organisirende Einflüsse von außen, von den andern Weltkörpern aus, eingewirkt haben, oder daß beides zugleich stattfand. Diese gesetzlichen, durch Millionen von Jahren durchgeführte Umwandlungen des Erdkörpers, von der sich sammelnden Materie und sodann der Erde als glühenden Kugel an, bis zu ihrer jetzigen Gestalt, und die hiermit gleichlaufenden Metamorphosen der organischen Körper auf ihrer Oberfläche, von den Urkeimen an, bis zum Menschen, können nur als Entwicklungsprozesse betrachtet werden.

Da der Erdkörper schon durch seinen Kreislauf um die Sonne und den Einfluß der Sonne auf das organische Leben auf der Erdoberfläche seine Abhängigkeit von der Sonne darthut, und da derartige Entwicklungen, wie wir die Erde durch die Schöpfungsperioden verfolgen sehen, nur in einem Körper, welcher zu einem größeren Ganzen gehört, unter dem organisirenden Einfluß des Ganzen von statten gehen, so werden wir zu dem Schlusse geführt, daß in den Schöpfungsperioden die Erde, und vielleicht unser ganzes Sonnensystem, wiederholt in neue Beziehungen zu dem größern Ganzen, vielleicht in einen neuen Weltraum, traten, in welchem die organisirenden Einflüsse des Ganzen auf die Erde und möglicher Weise auf unser ganzes Sonnensystem nach bestimmten, durch den Organismus des Ganzen gegebenen, Gesetzen sich veränderten. — Um diesen Gedanken durch die Hinweisung auf ähnliche Vorgänge im thierischen Organismus recht faßlich zu machen, vergleiche ich die in den Schöpfungsperioden vorgegangenen Veränderungen der Erde mit den allmäligen Umwandlungen des Blutkörperchens. Dieser Körper ist, wie oben gezeigt wurde, in seiner Entstehung kuglich, farblos, feinkörnig und besitzt einen Kern, und ist bei seiner Vollendung eine Scheibe und roth, und es sind bestimmte Stellen des thierischen Körpers, an welchen das Blutkörperchen vorzüglich seine Bildung und

Umwandlungen erhält, nämlich die Gekrösdrüsen, die Milz, die Leber und die Lungen. Es gehen also vorzüglich auf gewissen Stationen im Organismus die Umwandlungen des Blutkörperchens von Statten.

Sind wir veranlaßt, in den sich verändernden Beziehungen des Erdkörpers zu den größern Theilen des Ganzen oder des Weltorganismus den nähern Grund der Schöpfungsperioden zu suchen, so dürften vielleicht folgende Vorstellungen von den, hierbei stattfindenden Vorgängen der Wahrheit nahe kommen: Es wird kaum zu bezweifeln sein, daß die Polarisationen sich ändern, wenn unser Sonnensystem in einen neuen Weltraum tritt, und überhaupt, wenn in der Stellung der Weltkörper zu einander neue Beziehungen sich geltend machen. Es könnte unter solchen Verhältnissen namentlich sich ereignen, daß eine Axendrehung der Erde stattfände, so daß sich neue Pole derselben bilden würden, und der Aequator zu einem Meridian würde (was auch in der That stattgefunden zu haben scheint, da man in den Gegenden innerhalb des nördlichen Polarkreises große Mengen von Mammuthknochen und selbst in dem Eise zwei vollständig erhaltene Thiere der Art gefunden hat, was die Veränderung der jetzigen Polargegend von einem heißen zu einem kalten Klima beweiset).

Sind aber Veränderungen der Polarisationen im Großen vorgegangen, so ist die Folge, daß auch die untergeordneten Polarisationen sich ändern, und also Bewegungen eintreten, die sich über die kleinsten Körper verbreiten können, und daß diese organisirenden Bewegungen nach bestimmten Gesetzen und unter dem Einfluß des großen organisirenden Ganzen sich bilden. Auf gleiche Weise wie die aus den Nahrungsmitteln genommenen organischen Substanzen, in den thierischen Organismus gebracht und den electromotorischen Strömungen innerhalb desselben ausgesetzt, sich zu Zellen bilden und diese sich

umwandeln, und wie die chemischen Atome der Außenwelt, in den Bereich des pflanzlichen Organismus gelangt, sich zu organischen Substanzen nach bestimmten Gesetzen lagern und zu Zellen werden, organisiren sich durch die, aus den großen Veränderungen der Polarisation hervorgegangene Bewegungen in dem betreffenden Theile des Weltraumes die Elemente zu organischen Substanzen und zu Zellen, und diese verwandeln sich, unter neuen organisirenden Einflüssen, allmälig zum Pflanzen- und Thierreich um.

Es darf hierbei nicht außer Beachtung gelassen werden, daß bei den lebhaften Wechselwirkungen, in welchen in den Schöpfungsperioden, ein Theil der Weltkörper offenbar zu einander stand, auch materielle Mittheilungen stattfinden konnten, die auf die Bildung und Umwandlung der organischen Körper wirkten. — Das interessanteste Ereigniß bleibt hierbei immer, daß in den, zu einem organisirten Körper vereinigten chemischen Atomen sich nunmehr die Wirkungen eines seelischen Wesens äußerten, und daß sich stets in den Körpern, welche einer Organisationsveränderung unterworfen wurden, höhere geistige Kräfte sich kundgaben.

Mögen wir übrigens noch unentschlossen sein, welcher Vorstellung wir über diese Ereignisse Raum geben wollen, so können wir jedenfalls den Gedanken nicht von uns weisen, daß die Weltkörper nicht blos wie in Bewegung gesetzte todte Kugeln ihre Bahn durchlaufen, sondern daß sie zu einem organisirten Ganzen gehören, dessen Einzeltheile in steter Umwandlung begriffen sind, und daß die, in die Schöpfungsperioden fallenden Vorgänge in unserer Erde und auf ihrer Oberfläche unter der Wirkung von Gesetzen stattfanden, die das Ganze beherrschen.

Vierter Abschnitt.

Betrachtungen über die Bestimmung des Menschen.

Man hat berechnet, daß von der Zeit an, als die Erde noch eine glühende Kugel war, bis zur Abkühlung der Erdrinde auf den Grad, daß Pflanzen und Thiere auf der Erde existiren konnten, ungefähr 360 Millionen Jahre abgelaufen sind. Viele Millionen Jahre können wir ferner annehmen, daß der Zeitraum betragen haben müsse, welcher zwischen dem Anfange der Zusammenklumpung der in dem betreffenden Weltraum liegenden und wahrscheinlich um die Sonne kreisenden Materie (vielleicht unter Bildung eines Kernes) und der innigen Verschmelzung der ganzen Bildungsmasse zu einer glühenden Kugel zwischen inne liegt. Endlich sind noch viele tausend und vielleicht Millionen Jahre hinzuzurechnen, welche die Dauer sämmtlicher Schöpfungsperioden, von der ersten Bildung von Urkeimen in der ersten Epoche bis zur Entstehung des Menschen, beträgt. Dieses, kaum von unserm Vorstellungsvermögen zu erfassenden, Zeitraumes bedurfte es, um die Materie zur Erschaffung des Menschen und einer für ihn tauglichen Wohnstätte zuzubereiten.

Wenn ich hier nur den Menschen als Ziel dieser großen Bewegung hinstelle, so will ich hiermit nicht ausdrücken, daß er das einzige oder auch nur, daß er das Hauptziel derselben sei, da, wie ich im zweiten Theile dieses Werkes darzulegen suchen werde, auch wahrscheinlich die Erde in ihrer Gesammtheit ihre Bedeutung für das große Ganze hat; es ist aber

seine Erschaffung wenigstens theilweise das Ziel dieser Bewegung, und da in dem vorliegenden Werke zunächst nur der Mensch der Gegenstand der Betrachtung ist, so ist es gerechtfertiget, wenn ich hier nur in Beziehung auf ihn die Schöpfungszwecke zu erforschen suche.

Als festgestellte Thatsache können wir annehmen, daß von der Entstehung von Urkeimen in der ersten Schöpfungsperiode bis zur Entstehung des Menschen die Natur immer von dem Niederen zum Höheren fortschritt, und zwar stets mit zur Grundlegung des Geschaffenen, so daß immer aus dem Niedereren Höheres sich entwickelte. Es entsteht daher die Frage, ob die Natur mit der Bildung des Menschen ihr endliches Ziel erreicht habe, und sie nicht über denselben weiterhin zum Vollendeteren fortschreiten werde.

Gewiß wird Niemand Denjenigen einer zu weit gehenden Hypothesenbildung und der Unvorsichtigkeit beschuldigen, welcher auf ein, sich überall bewährendes Naturgesetz, das sich auch durch alle Zeiträume hindurch geltend machte, seine Plane für die Zukunft bauet, und, z. B. in der Annahme, daß die Schwerkraft, welche immer gewirkt hat, auch fortdauernd die Körper beherrschen werde, in irgend eine Unternehmung, etwa die Errichtung eines Wasserwerkes, eingeht, welche die fortgesetzte Gültigkeit dieses Gesetzes vorweg annimmt. Ich glaube, wir haben in der fortschreitenden Entwicklung der Keime ein Gesetz gefunden, von dem wir annehmen dürfen, daß es, nachdem dasselbe sich durch so lange Zeiträume hindurch bewährt hat, seine fortgesetzte Gültigkeit, wie auch das Gravitationsgesetz, fernerhin behaupten werde, so daß wenigstens unsere Art zu denken nicht als überschwenglich betrachtet werden darf, wenn wir aus dem bisherigen Emporsteigen der Werke der Schöpfung zur höheren Vollendung, den Schluß ziehen, daß noch fortdauernd ein Fortschreiten der Geschöpfe zu höherer geistigen

Entwicklung stattfände. Schon diese Betrachtung führt uns zu dem Schlusse, daß mit der Hervorbringung des Menschen die ganze große Bewegung nicht geschlossen sei, sondern daß auf irgend eine Weise das große Naturgesetz über die jetzige Exi-stenz des Menschengeschlechtes hinaus sich geltend machen werde.

Dieser Betrachtung füge ich noch eine zweite bei: Wir sehen in den kleinsten Werken der Natur eine solche Zweck-mäßigkeit und oft eine so deutliche Kundgebung von Voraus-sicht, daß wir wohl berechtiget sind, bei allen gesetzmäßigen Be-wegungen bestimmte Zwecke zu vermuthen. — Ich erinnere hier nur an die Vortrefflichkeit sämmtlicher mechanischen Ein-richtungen, z. B. des Klappenapparates des Herzens (wodurch namentlich auch die Accomodation der Herzbewegung an die Prozesse der Thierchemie bewirkt wird) und des Mechanismus sämmtlicher Gelenke. — Müssen wir aber ein solches zweck-mäßiges Vorschreiten der Natur in den Schöpfungsperioden annehmen, so können wir dem Gedanken keinen Raum geben, daß das Endresultat der wundervollen, durch solche mächtige Zeiträume hindurch fortgesetzten Bewegung ein gänzlich ver-fehltes sein sollte. Ein solches wäre es aber, wenn das höchste Geschöpf, das die Natur durch die beharrlich fortgesetzte Fort-bildung der Keime hervorgebracht hat, sowohl in den einzelnen Individuen, als auch, bei dem endlich zu erwartenden Zer-fallen des Erdkörpers selbst, in dem ganzen Geschlechte spur-los verschwände, wie etwa ein electrisches Licht am Wolkensaume.

Es muß also die aufgeworfene Frage dahin beantwortet werden, daß kein Stillstand eintreten könne, sondern nothwen-diger Weise die Entwicklung fortschreite.

Suchen wir, nachdem wir zu dieser festen Ueberzeugung gelangt sind, zu erforschen, auf welchem Wege das Gesetz der emporsteigenden Metamorphosen weiterhin wirken oder irgend-wie zu einem Ziele führen werde, so werden wir vorerst an

neue Erhebungen der Thierwelt auf höhere Entwicklungsstufen, durch wiederholte Schöpfungsperioden, denken. In diesem Falle wäre das Menschengeschlecht der Keimgeber für künftige, höhere, der Erde angehörende Geschöpfe. — Ich habe schon oben dargelegt, daß auch bei Säugethieren die Zurücklassung von Keimen zu weitern, in einer neuen Schöpfungsperiode erfolgenden Metamorphosen möglich seie, da das Säugethierei, ähnlich dem Samen der Pflanze, wenn die Samenkapsel sich öffnet, aus seiner Hülse tritt, und, wenn es nicht befruchtet und im Fruchthälter angeheftet wird, durch die Geschlechtstheile abgehen kann. Bei jeder Frau tritt zur Zeit der monatlichen Reinigung ein Ei aus dem Graaf'schen Bläschen, dessen Bestimmung möglicherweise in einer solchen großen Periode eine weitergehende ist, als zur Bildung eines neuen Individuums derselben Art zu führen.

In der Voraussetzung dieser Bestimmung des Menschengeschlechtes erscheint uns die Mutterliebe noch als ein viel erhabeneres Zeugniß der in den Werken der Natur sich kundgebenden Voraussicht; denn in ihr würde die Vorahnung einer über das Menschengeschlecht hinausgehenden Zukunft liegen, und sie wäre nicht allein zur Erhaltung der Gattung in die Brust des Menschen (sowie auch in die vieler Thiere) gepflanzt, sondern durch sie wäre auch für die nachkommenden höheren Geschöpfe Sorge getragen.

Mag aber der Mensch das vollendetste Geschöpf sein, das auf der Erde seine Behausung hat und haben wird, oder mögen nach ihm noch höhere Organisationen entstehen, so läßt sich erwarten, daß eine Zeit kommen wird, in welcher die die Erdrinde bedeckende Pflanzen- und Thierwelt erstirbt, und die Erde selbst ihrer Auflösung entgegen geht. Träte ein solcher Fall ein (was nach meinen, im zweiten Theile dieses Werkes niedergelegten Betrachtungen über die Metamorphosen und das

endliche Schicksal der Erde, in einer späten Zukunft wahrscheinlich geschehen wird), so wären sämmtliche Bestrebungen der Natur, das geistige Leben auf höhere Stufen der Vollkommenheit zu führen, verfehlt, wenn nicht dieselbe irgend welche Mittel besäße, das, durch eine, Millionen von Jahren fortgesetzte, Entwicklung Erzeugte, wenigstens in den Hauptresultaten zu retten.

Diese Betrachtung und auch der Gedanke, daß die geistige Entwicklung des einzelnen Menschen durch sein Leben selbst und die der Menschheit im Ganzen doch wohl nicht ganz vergebens sein kann, führt zu dem zweiten Gedanken: daß die Natur, auch ohne das Mittel des Generationswechsels in den Eiern, vermögend sein müsse, während die wägbaren Substanzen des Körpers in Ammoniak, Kohlensäure, Wasser und einige andere, unorganische Körper zerfallen, irgend Etwas, was das Resultat der durch sämmtliche Schöpfungsperioden fortgesetzten Vervollkommnung der Organisation ist, zu erhalten und zu weiteren Zwecken zu verwenden.

Jetzt wäre es nicht mehr blos das Menschengeschlecht, welches eine höhere Bestimmung hat, als sein jetziges Dasein, indem es bei seinem endlichen Untergange Keime für andere Geschöpfe zurückläßt, sondern es wäre zugleich der einzelne Mensch, welcher für weitere Zwecke geschaffen ist. — Mit dieser Annahme öffnet aber die Physiologie mit einem male eine Aussicht in die Zukunft, die die Befriedigung des in die Menschenbrust gelegten Sehnens nach etwas Höherem erwarten läßt.

Es wird dem Leser dieser Schrift nunmehr klar sein, von welcher tief gehenden Bedeutung die Lehre von dem die Keime treffenden Generationswechsel und den emporsteigenden Metamorphosen sei; denn gerade diese Lehre ist es, durch welche die Physiologie einen Beweis zu liefern vermag, daß uns

eine Bestimmung gegeben ist, die über das Grab des Einzelnen und über den Untergang des Menschengeschlechtes hinüberragt. Jetzt, nach den errungenen Fortschritten der Physiologie, ist die Annahme dieser Wahrheit nicht blos durch Glaubenslehren verlangt, welche der Skeptiker verwirft, sondern sie wird durch die Wissenschaft erzwungen, da, wenn die Vordersätze richtig sind, und in den Schlußfolgerungen kein Fehler liegt, die Thatsache selbst nicht geläugnet werden kann. — Wenn auch die Wissenschaft nur bis zur Feststellung des allgemeinen Satzes gelangt, daß nicht der Mensch in seiner jetzigen Erscheinung das letzte Ziel der Schöpfungsbewegungen ist, so ist hiermit für die Menschheit ein Vortheil errungen, der nicht hoch genug geschätzt werden kann; denn der Mensch wird von der, ihm in allen seinen Hoffnungen entgegentretenden, Lehre befreit, daß die endliche Bestimmung desselben keine andere sei, als sich in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser aufzulösen, welche Stoffe sodann Pflanzen und Thieren von Neuem zur Nahrung dienen.

Selbst, wenn alle Versuche scheitern würden, auch nur zu einer Vorstellung zu gelangen, auf welche Weise eine Existenz nach dem Tode möglich sei, so würde das Gesetz der emporsteigenden Metamorphosen uns beweisen, daß außer den Keimumwandlungen, es noch Mittel, das geistige Leben zu einer höheren Entwicklung zu führen, geben müsse.

Wenn nach dem Vorgetragenen die Erde eine Werkstätte von Keimen und ihrer Umwandlung zu höheren Organisationen ist, welche zur Vermittlung eines, immer höher sich entwickelnden geistigen Lebens dienen, und wenn angenommen werden muß, daß die Natur Mittel besitze, um die aus diesem Beete hervorgegangenen Erzeugnisse, den Haupttheilen nach, zu retten, wenn auch die Erde selbst untergienge, so stellt sich uns nun die Aufgabe, zu erforschen, welche Hilfsmittel der Natur zu diesem Zwecke zu Gebote stehen.

Da die fortgesetzte Geltung des Gesetzes der höheren Entwicklung der Geschöpfe oder des geistigen Lebens über die Existenz der Erde hinaus, angenommen werden muß, so wird zunächst der Gedanke erregt, daß es Welträume und vielleicht Weltkörper gebe, welche von dem Erdkörper sich lostrennende Theile aufzunehmen und dieselben vielleicht zu einer weiteren Entwicklung zu bringen vermöchten. Es spaltet sich daher nothwendig die Untersuchung in zwei Theile, in die Erörterung der Fragen, erstens, in welcher Weise eine solche Einwirkung der Welt außerhalb der Erde auf den Erdkörper und die auf ihm lebenden Geschöpfe möglich sei, und zweitens, welche Theile von uns es seien, welche dieser weitern Bestimmung zugeführt werden könnten.

Wie ich oben zu beweisen gesucht habe, können wir die Umwandlungen der Erde selbst und die Erzeugung und Umwandlungen der Pflanzen- und Thierwelt auf ihrer Oberfläche nicht einem Vermögen der Erde zuschreiben, sich selbstständig zu entwickeln, sondern müssen sie in der Gesammtwirkung der Erde und des großen Ganzen suchen. Wir mußten annehmen, daß die Erde, mit dem Eintritt einer neuen Schöpfungsperiode, in eine neue Beziehung zu dem Ganzen trete, und daß hierdurch organisirende Einwirkungen und der Anstoß zu einer neuen Entwicklung herbeigeführt werden. Es muß hierbei vorausgesetzt werden, daß diese Beziehungen nicht blos in einem passiven Zustande des Erdkörpers, der ihn für jene Einwirkungen bestimmbar mache, beruhe, sondern daß sie in Wechselwirkungen bestehen. Wenn aber, wie ich glaube, hinreichend dargelegt zu haben, diese Wechselwirkungen nicht blos in der gegenseitigen Anziehung, der Gravitation der Weltkörperper, bestehen, sondern wenn Organisationsbewegungen damit verbunden sind, so muß auch angenommen werden, daß die Erde und unser Sonnensystem überhaupt eine Bedeutung für das Ganze haben,

so daß dieselben zu den Organisationsbewegungen der Körper anderer Welträume und des Ganzen irgend welchen Beitrag liefern.

Auch hier erlaube ich mir, um meine Vorstellung von dem Gegenstande anschaulicher zu machen, jene Vorgänge mit denen im Organismus zu vergleichen: Nicht allein wird im lebenden Körper durch die Organisation des Ganzen der einzelne Theil in seiner Organisation erhalten und die neu eindringenden Substanzen dem Ganzen angepaßt, sondern es wirkt auch der Einzeltheil auf das Ganze zurück. Das Blutkügelchen z. B., bedarf, um seine Entwicklung zu durchlaufen und nicht zu zerfallen, der fortgesetzten organisirenden Einwirkung des Körpers im Ganzen; es trägt aber jedes Körperchen der Art, wenn es durch den Athmungsprozeß erfrischt worden ist (in ein neues Electricitätsverhältniß gesetzt worden ist) zur Erhaltung der electromotorischen Strömungen und somit für das Leben des Individuums bei; und das Sinnesorgan ist von dem Ganzen abhängig, es ist aber seiner Seits nothwendig zur Wirkung und zur Erhaltung der betreffenden Theile in dem Centralorgan des Nervensystemes. Ja die geistigen Eigenschaften des Individuums hängen von der ungestörten Entwicklung einzelner Körpertheile ab, und zwar nicht allein der Theile des Gehirnes, sondern auch anderer Einzeltheile, z. B. der Geschlechtsorgane.

Wenn aber eine solche Wechselwirkung besteht, daß das Ganze von der Erde einen Gewinn zieht, so kann dieses kaum anders geschehen, als daß hiermit ein Austausch von Stoffen, sollten sie auch der feinsten Art sein, stattfindet; denn die Einwirkungen auf die Organisation können, wie erwähnt wurde, nur durch Erweckung von Polarisationen bewirkt werden, was, wenn nicht etwa ein befruchtender Stoff von einem Weltkörper auf den andern gelangt, in welchem Falle die Stoffmittheilung

ohnehin gegeben wäre, nur dadurch hervorgebracht werden kann, daß die Weltkörper selbst, welche diesen Einfluß auf einander ausüben, in electrischen Gegensätzen stehen, was eine Polarisation der zwischen den beiden Körpern liegenden Materie, und hierdurch eine Stoffbewegung nach den beiden Punkten hin, welche die electrischen Gegensätze bilden, mit sich führt.

Wie stark aber diese Kräfte in den Weltkörpern wirken, sehen wir nicht allein in dem Kreislaufe der Planeten um die Sonne, von welcher der Neptun 1200 Millionen Stunden entfernt ist, sondern in noch höherem Grade an den Kometen, welche in ungemessene Himmelsräume hinausgehen, wie z. B. der Komet von 1811, welcher zu seiner Wiederkehr 3000 Jahre bedarf, und welche doch wiederum zurückkehren und ihren Lauf um die Sonne zu nehmen.

Jene, durch die Welträume hindurchgehende Polarisationen, zu deren Annahme wir durch die Schöpfungsvorgänge geführt werden, und von denen die Gravitation (die Wirkungen der Schwerkraft) nur ein Ausdruck ist, sind das Mittel, wodurch die Weltkörper mit einander in Wechselwirkung treten, und auch ein Austausch der Substanzen stattfinden kann, ja stattfinden muß. Hierin liegt also auch ein Mittel der Natur, wodurch aus der organischen Schöpfung auf der Oberfläche der Weltkörper möglicher Weise Theile ausgezogen werden, um weiterhin verwendet zu werden, und es ist also hierdurch wenigstens die Möglichkeit gegeben, daß bei dem etwa eintretenden Erstarren des Lebens auf der Erde, die durch so lange Zeiträume hindurch fortgesetzte Entwicklung der Erzeugnisse ununterbrochen, wenn auch in anderer Richtung, fortgesetzt werde.

Es sei mir gestattet, auch hier auf ähnliche Vorgänge im organischen Leben hinzuweisen: Jede Zelle des Körpers hat, wie wir gesehen haben, ein Vermögen der Anziehung auf die ihr zukommenden Stoffe und wirkt durch das Blut hindurch, so

daß physikalisch-chemische Bahnen entstehen, wodurch die Stoffe nicht allein in bestimmter Richtung nach den betreffenden Körpertheilen geleitet werden, sondern auch den chemischen und organisirenden Wirkungen des Körpers stets unterworfen bleiben. Es besitzt die Zelle aber diese Eigenschaft nur als ein Theil des Ganzen, mit welchem sie vorzüglich durch die Nerven unmittelbar oder mittelbar verbunden ist, und es vermag das Ganze aus der einzelnen Zelle Stoffe an sich zu ziehen, ja diese selbst und ganze Körpertheile in sich aufzunehmen, und weiterhin zu verwenden, was z. B. bei den Kiemen und dem Schwanze mancher im Larvenzustande lebenden Thiere der Fall ist, in welchem letzteren selbst ein Stück Rückenmark, also ein Theil des Centralorgans für das seelische Leben des Thieres, sich befindet. Auch die in den Centraltheilen des Thieres wirkende geistige Kraft zieht aus entfernteren Körpertheilen durch die Nervenbahnen Stärkung an sich, und wird durch sie mannigfaltiger in ihrer Wirkungsweise, so wie auch das seelische Wesen von den Centraltheilen über den ganzen Körper ausstrahlen kann. (Vergleiche das über das Seelenleben und insbesondere das über die Zustände des Schlafens und des Wachens Gesagte).

Nachdem ich im Allgemeinen nachgewiesen habe, daß der Weltkörper, den wir bewohnen, und mit ihm wir selbst, in Beziehung mit einem größern Ganzen stehen, und durch diese Beziehung die Schöpfungsbestrebungen zum Ziele zugeführt werden können, die über die Grenzen der Erde in Raum und Zeit hinausliegen, so gelangen wir zur Untersuchung, welcher Gewinn dem Ganzen aus der organischen Schöpfung, und insbesondere aus dem Menschengeschlecht und vielleicht dem einzelnen Individuum zufließen können.

Ich würde den Gedanken nicht erwähnen, daß es die Elemente, in welche unser Körper zerfällt, seien, welche die

Natur wiederum an sich ziehe und neu verwerthe, wenn nicht diese Vorstellung so sehr dem leitenden Gedanken einer einflußreichen und auch verdienstvollen, physiologischen Schule entspräche. Daß aber dieses Zerfallen des Körpers in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser und die aus diesen Substanzen zu gewinnenden Elemente Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, Stoffe also, die in der ersten Schöpfungsperiode der organischen Wesen in hinreichender Menge schon vorhanden waren, nicht das Ende der höchsten Erzeugnisse der Schöpfungsvorgänge sein können, macht das durch Millionen von Jahren ohne Unterbrechung durchgeführte Gesetz der emporsteigenden Metamorphosen unmöglich.

Da nun, bei dem endlichen Erstarren des Lebens auf der Erdoberfläche und bei dem Tode jedes einzelnen Individuums, der Körper in unorganische Substanzen sich auflöst, kann Das, was die Organisationsbestrebungen der Natur retten kann, nur Etwas sein, was außerhalb den bezeichneten Substanzen liegt, und zugleich den Typus der Organisation und der hiermit verknüpften Art der Kraftäußerung in sich trägt. Es kann dieses Etwas nichts Anderes sein, als derjenige Theil unserer Person, der sich als unser Ich nicht allein der Außenwelt, sondern dem Körper selbst entgegenstellt, namentlich auch den in den Centraltheilen vorgehenden Bewegungen (electromotorischen Strömungen), die wir als äußere Vorgänge und Gegenstände betrachten, und der Theil welcher nicht in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser zerfällt, nämlich das, mit der Entwicklung der Organisation in der Thierreihe gleichen Schrittes in seinen Wirkungen sich vervollkommende geistige Princip (Seele).

In den Werken der Schöpfung finden wir überall Beweise der klarsten und erhabensten Gedanken und eine solche Sicherheit in der Wirkung der Mittel, daß wir auch da, wo wir

diese Mittel nicht aufzufinden vermögen, aber Zwecke erkennen, als zuverläßig annehmen müssen, daß erfolgreiche Maaßregeln zur Erreichung des Zieles getroffen sind. Das vorliegende Werk gibt Beispiele der Zweckmäßigkeit der Einrichtungen und selbst der Voraussicht in reichlicher Menge. Wir können also fest vertrauen, daß der höchste Schöpfungsgedanke, die Entwicklung des geistigen Lebens, durch untrügliche Mittel weiterhin ausgeführt werde, selbst wenn die Mittel und Wege hierzu vollständig unserem Wahrnehmungsvermögen entzogen wären. Wir könnten daher die Frage unberührt lassen, wie es möglich sei, daß die Seele vom Organismus sich trennen und einer weitern Bestimmung entgegengehen könne, und dürften doch durch die Resultate unserer bisherigen Untersuchungen befriediget sein, da dieselben uns zur Ueberzeugung geführt haben, daß das Gesetz der fortschreitenden Entwicklung seine vollständige Gültigkeit, selbst bei dem Untergange der Menschheit, noch besitzen muß.

Es ist die noch am Wenigsten oder vielmehr eine noch ungelöste Frage, in welchem ursächlichen Verhältniß die denkende Kraft zu der Organisation stehe, ob nämlich die Seele etwas an die Organisation hinzu getretenes sei, oder ob sie als Erzeugniß derselben angesehen werden müsse. Wir können aber jedenfalls nach dem, was über das Seelenleben gesagt worden ist, annehmen, daß es, außer dem Eiweiß, den Fetten und den übrigen wägbaren Substanzen, und selbst außer der durch die Organisation erzeugten Electricität, ein Wirkendes, eine Seele, gebe, und müssen dasselbe als denjenigen Theil von uns betrachten, der nach dem Zerfallen der organischen Substanzen in die Elemente zur weitern Entwicklung des geistigen Lebens dient.

Um uns, so viel als möglich, der von Physiologen vielfach angenommenen Ansicht anzuschließen, daß die Geistesthätigkeiten

in nichts Anderem bestehen, als in der Thätigkeit des Organes, und um das, jedenfalls sich kund gebende, Gebundensein einzelner Seelenfähigkeiten an bestimmte Organe zu erkären, wollen wir vorläufig annehmen, die Seele sei etwas Substanzielles und das Erzeugniß der Organisation selbst, wie es auch die elektrischen Strömungen im Körper sind, von denen sie aber zu unterscheiden ist, und wollen daher untersuchen, ob unter solchen Voraussetzungen es denkbar sei, daß die Seele außerhalb des sie erzeugenden Körpers eine Existenz erhalten und einer weitern Entwickelung zugeführt werden könne.

Wir nehmen an, daß bei der Erzeugung der Urkeime organisirende Einflüsse, (zunächst die von den, im Großen auf einander wirkenden, elektrischen Gegensätzen ausgehende Erregung von Polarisationen in den chemischen Atomen) auf die zur Zeit vorhandenen und beisammen sich befindenden Substanzen, namentlich Ammoniak, Kohlensäure und Wasser wirkten, und eine Anziehung derselben auf einander und Organisationen bewirkten, in welchen sich nunmehr eine denkende Kraft entwickelte. Sind nun gleich diese Perioden der organisirenden Bewegungen vorübergegangen, so kann doch angenommen werden, daß zwar nur bei dem Eintritt unseres Weltkörpers und wohl auch unseres Sonnensystems in die neuen Beziehungen Umwandlungen stattfanden, daß aber von diesem Zeitpunkte an, bis zum Eintritt einer neuen Schöpfungsperiode (vielleicht Eintritt in eine neue Station des größern Organismus) die betreffenden Körper ihren Typus der Polarisation beibehielten, in so ferne nicht durch irgend welche Einflüsse dieselbe aufgehoben wurden. Stellen wir uns nun die Seele als substanziell vor, so wird sie, wenn sie sich von dem Organismus zu trennen vermag, ähnlich den Samenfädchen und den Thiereiern einen Typus der Polarisation in sich behalten, und könnte vielleicht ähnlich diesen, unseren Sinnen zugänglichen, Körpern, wenn sie ein

entsprechendes Material trifft, zu neuen Organisationen Veranlassung geben.

Betrachten wir die Seele nur als etwas Erzeugtes, ähnlich dem elektrischen Funken, welcher durch das Zusammenwirken von Körpern von entgegengesetzter Elektricität entstanden ist, so schließt diese Anschauungsweise es nicht aus, daß wir sie als etwas von den erzeugenden Substanzen Trennbares denken, wie auch der elektrische Funke, z. B. im Blitzstrahl, von den Elekritätserzeugern sich trennt, und vielleicht an einem fernen Orte zündet. Ich mache hier noch darauf aufmerksam, daß durch elektrische Wirkungen das Bild von einem Körper auf einen andern übergetragen werden kann.

Im Körper selbst haben wir mehrere Beispiele, daß sich das in den organisirten Theilen Wirkende von ihnen trennen und auf andere Körper übergehen könne. Es gibt hiervon namentlich die Befruchtung des Eies ein Beispiel. Wie oben gezeigt wurde, findet in dem Augenblicke der Samenentleerung eine Entladung des elektrischen Stromes auf den Samen statt, und von den Samenfädchen aus geht eine ähnliche Mittheilung durch die Dotterhaut hindurch auf den Dotter über, und zwar wird hierdurch nicht allein überhaupt eine organisirende Bewegung im Dotter geweckt, sondern es werden auch vom Vater körperliche und geistige Eigenschaften dem neu entstehenden Individuum mitgetheilt. Da aber die Samenfädchen nicht durch die Dotterhaut hindurchdringen, so befindet sich das zunächst auf den Dotter Wirkende außerhalb ihrer Substanz, was darthut, daß in diesem, jedenfalls mit einer elektrischen Strömung verbundenem, Etwas der Typus der Organisation (Polarisation) des Körpers, von dem dasselbe ausgeht, liege.

Durch das so eben Gesagte soll keines Wegs die Art der Fortdauer der Seele nach dem Tode erklärt werden, sondern nur im Allgemeinen gezeigt werden, daß, wenn das Gesetz der

fortgesetzten Entwicklung des geistigen Lebens überhaupt besteht, wir, selbst wenn wir die Seele uns nur als Substanz denken, allmälig Wege erkennen, auf welchen, selbst bei dem Untergang unseres Weltkörpers, die Resultate der Schöpfungsbewegungen gerettet werden können. — Ich habe in meinen Untersuchungen über das Seelenleben, wie ich glaube, es anschaulich gemacht, daß die Seele etwas von den organischen Substanzen und selbst von den elektrischen Strömungen in den organischen Theilen unterscheidbares sei; das oben vom elektrischen Funken Gesagte soll daher auch nur dazu dienen, durch Vergleichung mit einer bekannten Thatsache meine Vorstellungen über diesen Gegenstand deutlicher auszudrücken.

Wir gelangen hier in unsern Untersuchungen schon in einen Bezirk, in welchem wir aus dem Grunde den Grenzen aller Forschung nahe kommen, weil unser Begriffsvermögen eine bestimmte Begrenzung hat. Wollten wir namentlich die Frage der Untersuchung unterwerfen, ob die Seele als etwas Substanzielles oder als immateriell gedacht werden müsse, so würden wir bald finden, daß unser Denkvermögen schon nicht mehr ganz ausreichend ist; denn es möchte uns schwerlich gelingen, uns von einer stofflosen Seele eine deutliche Vorstellung zu bilden, wie es uns auch unmöglich ist, die Begrenzung des Weltraumes, sowie seine Unendlichkeit, und das Aufhören aller Dinge in der Zeit und die Ewigkeit zu denken.

Ob wir gleich uns nur einen sehr mangelhaften Begriff von der Seele und dem geistigen Leben bilden können, so sind doch Erscheinungen vorhanden, welche auf Beziehungen des seelischen Wesens zu Gegenständen außer demselben hinweisen, und welche wenigstens eine dunkle Vorstellung von den, durch die Natur gehenden, geistigen Bewegungen erregen können. Schon die körperlichen Gefühle und die daraus hervorgehenden Begierden, und die, in der Außenwelt liegenden, diesen einge-

pflanzten Trieben entsprechenden Einrichtungen zeigen Verbindungen im Ganzen an. Das Thier findet seine ihm bestimmte Speise, die Quelle befriedigt den Durst, und die von den Geschlechtsorganen aus geweckten Triebe finden ihren Gegenstand. Zwar noch in den Wurzeln mit dem Geschlechtstriebe im Zusammenhange stehend, aber an sich eine Empfindung der Seele, ist das Gefühl der Liebe, welches Personen verschiedenen Geschlechtes verbindet, und ebenso gehört die Liebe der Eltern zu den Kindern und der Kinder zu ihnen zu den Beziehungen, welche von einem materiellen Boden ausgehen, indem die Kinder aus Körpertheilen der Eltern entstanden sind; sie bilden aber an sich reine Empfindungen der Seele. Aus ähnlichen Verhältnissen gehen höchst wahrscheinlich die mannigfaltigen Sympathieen und Antipathieen, welche wir im Thierreiche wahrnehmen, hervor.

Sehen wir nun an diesen bekannten Thatsachen, daß, gegenüber den hier sich kundgebenden Empfindungen der Seele und den hieraus entspringenden Gedanken und Handlungen, ein entsprechendes Aeußere existirt, und bestimmte Ziele von der Natur gegeben sind, so werden wir wohl zu dem Gedanken berechtiget sein, daß auch in andern Fällen, in welchen wir das entsprechende Ziel nicht klar erkennen, aber eine tiefe Empfindung in uns finden, welche, nach dieser Analogie, ein Aeußeres verlangt, und welche wir auch wirklich als ein von der Natur eingepflanztes und nicht blos durch unsere Phantasie erregtes Gefühl erkennen, ein dieser Empfindung entsprechendes Wirkliche existire. Die schon festgestellten Thatsachen können wir hier als Beweise für die Möglichkeit solcher Beziehungen, die vielleicht keine Erklärung finden, benutzen. Stellen wir uns z. B. vor, ein Mädchen oder ein Knabe, oder auch mehrere Individuen des nämlichen Geschlechtes, seien so frühzeitig an einem verlassenen Ort der Erde ausgesetzt worden, daß sie,

nachdem sie die Reife erlangt haben, keine Erinnerung mehr von andern Menschen besitzen. Es wird sich nicht fehlen, der Geschlechtstrieb wird auch in ihnen rege werden, und wohl auch dürften sie von einem Sehnen erfüllt werden, dessen Ziel allerdings in der Wirklichkeit existirt, welches aber keinem dieser Individuen klar zu werden vermöchte. Auf ähnliche Weise verhält es sich vielleicht mit dem, in die Brust des Menschen gelegten, aber ihm selbst in dem Ziele nicht klar werdenden Sehnen nach Etwas, was außer dem Bereiche der Sinne liegt, und was uns veranlaßt, unsere Hoffnungen über unsere jetzige Existenz hinaus auszudehnen.

Aus diesen Gefühlen giengen bei den Völkern aller Zeiten Vorstellungen von einem höheren Wesen und von einer Fortdauer nach dem Tode hervor. Ebenso liegen Empfindungen in uns, die uns zu dem Schönen und moralisch Guten hinziehen, und sich gegen das Schlechte wenden, welche in Beziehung auf unsere eigene Handlungen als Gewissen erscheinen, und, in so ferne sie in Wirklichkeit ein uns eingepflanztes Gefühl sind, die Existenz einer moralichen Weltordnung anzeigen. — Hierüber ist schwer ein Urtheil zu fällen, da unsere Gefühle und Begriffe großen Theils von der Erziehung abhängen, und das Gewissen oft nur durch die Furcht vor dem weltlichen Richter oder vor den, durch die Religionslehren angedrohten, Strafen Jenseits erregt zu sein scheint. Ein Sträuben des Innern gegen gewisse Handlungen findet aber doch auch bei dem rohesten Menschen und bei solchen statt, welche keine Strafe zu erwarten haben und eine andere Folge nicht glauben, oder selbst keine Vorstellung hievon sich gebildet haben. Es sind dieses insbesondere die Handlungen gegen die, von der Natur eingepflanzten edlen Gefühle, z. B. die gegen das Gefühl der Mutterliebe vollbrachten Thaten.

Im Allgemeinen führen uns die wissenschaftlichen Forschungen zur Annahme, daß die Entwicklung des geistigen Lebens, wozu in der ersten Schöpfungsperiode die ersten Keime gelegt wurden, in einem unwandelbaren, noch fortwirkenden, Naturgesetze beruhe, und daß namentlich das Menschengeschlecht eine, über seine jetzige Existenz hinausführende, Bestimmung habe. Ueber diese, aus allgemein anerkannten Thatsachen und aus einer sichern Logik gewonnene, Resultat hinaus die Untersuchung auszudehnen, liegt nicht in dem Zwecke dieses Werkes, da der wissenschaftliche Boden nicht verlassen werden soll. — Wenn wir hiermit das Gesetz der fortschreitenden Entwicklung als Grundgesetz erkennen, so ist aber nicht ausgesprochen, daß der Fortschritt ein gleichmäßiger sei, und daß es nicht auch mancherlei Hemmungen und verschiedenartige Richtungen in dieser Bewegung geben könne.

Zwischen dem Thiere und dem Menschen besteht die bedeutende Verschiedenheit, daß sämmtliche Thiere durch ihr Leben selbst nur wenig in der Entwicklung weiterschreiten, und daß auch jede Thiergattung ganz auf der ursprünglich eingenommenen Stufe geistiger Höhe stehen bleibt, daß aber der einzelne Mensch in hohem Grade während seines Lebens an Vollkommenheit zuzunehmen vermöge, und daß auch das Menschengeschlecht im Ganzen, wenn gleich einzelne Völker von einer schon erreichten höhern Stufe wieder in Barbarei zurücksinken, im Verlaufe der Zeiten zu einer höhern Geistesbildung sich erhob. Bei den Vorstellungen, welche wir uns über die Bestimmung des Menschen bilden, wird daher dieser große Fortschritt, den wir in der Natur beobachten, indem die Schöpfung von der letzten Thierreihe zu dem Menschen übergieng, wohl in Betrachtung gezogen werden dürfen, und angenommen werden können, daß eine höhere Geistesbildung

und ein Emporsteigen des Menschen zum Höheren in der moralischen Weltordnung in den Schöpfungszwecken liegen.

Da nach dem oben Gesagten angenommeu werden muß, daß die Erde einen Theil eines größeren organisirten Ganzen bilde, und das Ganze vermöge, die Erzeugnisse der Schöpfungsbewegungen auf der Erde in den Hauptresultaten zu retten, selbst wenn einst alles Leben auf der Erdoberfläche erstarret und die Erde selbst in Elemente zerfallen ist, so gibt es uns, wenn gleich die Wissenschaft uns als sichere Führerin an diesen Grenzen verläßt, Stoff zum Nachdenken, in welchen Richtungen wohl die weitere Entwickelung vorschreiten möge. Entfernungen kommen hier kaum in Betrachtung, da z. B. die Sonne ihre Anziehung auf Körper ausübt, welche in weite Fernen in den Weltraum hinaus sich bewegen. Auch ist die Schnelligkeit der Bewegung in einigen uns bekannten Naturerscheinungen, namentlich denen der Electricität, so groß, daß auch in dieser Beziehung eine mächtige Wechselwirkung in den Welträumen angenommen werden kann.

Mögen wir uns von der fernern Entwicklung Vorstellungen dieser oder jener Art bilden, etwa auch, daß die von dem Organismus sich trennende feinere Materie (wie auch anderer Seits das Eichen) zu einer Art keim- oder fermentartigem Körper würde, welcher irgendwo eine bildsame Substanz treffe, und hier eine neue und vollkommenere Organisation erhalte, so stellt sich allerdings endlich uns die Frage entgegen, was das letzte Ziel aller dieser Bewegungen durch Zeit und Raum hindurch sei, und wir gelangen hier von Neuem wieder an die Grenze unseres Fassungsvermögens. — Wenn wir übrigens auch nicht bis zu dem letzten Grunde und dem Ziele aller Dinge zu bringen vermögen, gewähren unsere wissenschaftlichen Forschungen uns dennoch einen unschätzbaren Gewinn; denn das aufgefundene Gesetz der Umwandlung der Keime und

der fortschreitenden Entwicklung des geistigen Lebens zeigt uns, daß jedenfalls die Bewegung weiter schreite, und daher unsere Hoffnung von einer höheren Bestimmung kein leerer Wahn seie.

Betrachtungen über den letzten Grund der Schöpfungsbewegungen könnten von dem vorliegenden Werke, welches den Menschen zum Gegenstande hat, gänzlich ausgeschlossen bleiben, da Untersuchungen der Art vielmehr einen Theil der zweiten Abtheilung des Gesammtwerkes, über die Schöpfung im Ganzen, bilden dürften, ich erlaube mir jedoch, einige Gedanken hierüber jetzt schon auszusprechen. Aus dem Gesagten geht hervor, daß kein Geschöpf unmittelbar in vollendeter Form aus der Hand des Schöpfers hervorgieng, sondern daß sich alle allmälig entwickelten, und daß ihre Bildung und Entwickelung unter der Wirkung fester Naturgesetze geschah. Hieraus könnte geschlossen werden, daß überhaupt an Schöpfungsgedanken nicht gedacht werden dürfe, sondern alle Vorgänge die unausbleibliche Folge physicalischer Gesetze seien. Es ist diese Ansicht diejenige vieler Naturforscher. Im Verlaufe unserer Untersuchungen haben sich aber, wie der aufmerksame Leser dieses Werkes erkannt haben wird, zweierlei Reihen von Thatsachen uns dargeboten, die in der That auf Gedanken, und mithin auf eine denkende Kraft oder Kräfte, hinweisen: erstens eine große Menge von Erscheinungen, welche eine, wie es sich uns darstellt, mit dem tief dringensten und feinsten Verstande und mit Voraussicht geschehene Benutzung der die Natur beherrschenden Gesetze darthun, und zweitens das Bestehen unendlich weiser Naturgesetze, welche, nach unsern menschlichen Vorstellungen, ihre Feststellung nur einer denkenden Kraft, einem weisen Gesetzgeber, verdanken können.

Außerdem führt uns auch folgende einfache (oben schon in kurzer Fassung gegebene) Betrachtung zu dem nämlichen Resultate, nämlich zur Annahme einer Kraft, welche nicht an

irgend eine Organisation gebunden ist, und vor dem Weltorganismus bestand. Wie wir gesehen haben, vereinigen sich die Elemente nur unter der Einwirkung des pflanzlichen Organismus zu organischen Substanzen. Keine Zelle entsteht ohne Mutterzelle und ohne die Einwirkung eines pflanzlichen und thierischen Körpers. Die Erschaffung der Urzellen und die aufsteigenden Metamorphosen geschahen höchst wahrscheinlich unter dem organisirenden Einfluß eines größeren organischen Ganzen im Weltraume. Die werdenden Welten in den unaufgelösten Nebelflecken (in welchen sich ähnliche Erscheinungen, wie im pflanzlichen und thierischen Organismus bei der Entstehung der Keimkugeln, Zellen u. s. w. kundgeben) bilden sich ohne Zweifel nur unter der Einwirkung der die Materie umgebenden Sternensysteme und die, große elliptische Bahnen durchstreifenden Kometen, welche ebenfalls unverkennbar in einer Umwandlung begriffen sind, durchlaufen ihre Metamorphosen sicherlich nur unter Einwirkung der ihre Bahn umgebenden Weltkörper. So sehen wir also, daß niemals ein Körper, von der einfachen pflanzlichen und thierischen Zelle an bis zu den Weltkörpern und Weltsystemen, sich ganz aus eigener Kraft entwickle, und daß zu jeder Bildung und Entwicklung Einwirkungen von außen, nämlich irgend wie vermittelte, von einem größern Ganzen ausgehende, organisirende Bewegungen nothwendig seien.

Indem wir von der einfachen Zelle ausgehen, und immer weiter schreitend nach den nächsten, organisirenden Ursachen fragen, gelangen wir zu dem Weltorganismus selbst, und indem wir hier die Frage erneuen, und voraussetzen, daß die nämlichen Organisationsbedingungen walten müssen, die wir in der ganzen Natur erkennen, gelangen wir zu der unabweislichen Annahme von bewegenden Kräften oder einer Kraft, welche vor aller Organisation bestand und nicht erst durch

dieselbe hervorgebracht wurde. Mag man hierbei die Materie, als durch dieselbe Kraft erzeugt oder von Ewigkeit her bestehend sich denken, jedenfalls sind wir genöthiget, eine Kraft anzunehmen, welche den Anstoß zur Bewegung gab, und in welcher wir auch, nach unserm Begriffsvermögen, den letzten Grund suchen müssen, warum durch die nunmehr in Thätigkeit gesetzten Naturkräfte (Polarisationen), mit Plan und Voraussicht der Weltorganismus, mit Allem, was derselbe hervorgebracht hat und noch in ihm sich weiterhin entwickeln wird, entstand. Diese vor jedem Organismus schon vorhandene Kraft nennen die Menschen Gott.

Somit gelangen wir durch die physiologischen Forschungen zur Idee Gottes, nämlich zur Ueberzeugung, daß eine denkende Kraft vorhanden sei, auf welche die Naturgesetze selbst und der letzte Grund aller Dinge zurückgeführt werden müssen. — Einen eigentlichen Begriff von dieser Kraft uns zu bilden, ist unmöglich, da wir hier ebenfalls an den Grenzen unseres Denkvermögens ankommen, wie es auch bei der Auffassung des Begriffes von der Unendlichkeit in Raum und Zeit der Fall ist.

Ich habe mich im vorliegenden Werke der Worte „Gott und Schöpfer" beinahe nie bedient, sondern nur von der Natur gesprochen. Ich beabsichtigte nicht, hierdurch auszudrücken, daß es außer Gott eine denkende Kraft oder Kräfte gebe, welche bei den Bildungswerken betheiliget gewesen wären, sondern ich gebrauchte vorläufig diese Bezeichnung, ohne zu untersuchen, von wem in den Werken der Natur Zwecke verfolgt werden, und wer der Urheber bestimmt ausgesprochener Gedanken sei.

Es gibt Physiologen und Philosophen, in deren Vorstellung die Natur und Gott gleichbedeutend sind. Für mich sind es verschiedene Begriffe, die Natur ist das Geschaffene, in ihrem Wirken unabänderlichen Gesetzen unterworfene Weltall

(der Gegenstand der Betrachtungen im zweiten Theile dieses Werkes), Gott aber ist ein anderer Begriff. Selbst, wenn wir ein seelisches Wesen, welches das Weltall belebe, eine Weltseele, annehmen, so ist dasselbe doch immerhin nicht Gott, denn es setzt ein Werden oder eine Entwicklung aus den Organisationsbewegungen des großen Weltorganismus voraus, wie die Seele des Thieres die Schöpfungsbewegungen, wodurch der thierische Organismus entsteht.

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Figur 1. Eine, die Grundidee versinnlichende (schematische) Darstellung des Blutkreislaufes. In der Mitte der Figur befindet sich das, in vier Abtheilungen getheilte Herz mit den, in dasselbe einmündenden und den, von demselben nach der Peripherie führenden, Gefäßen. Es wurde, um das Bild des Kreislaufes deutlicher vor Augen zu stellen, weder auf die Zahl der Gefäße, noch auf die wirklichen Ein- und Ausmündungsstellen derselben Rücksicht genommen, so wie auch die weitere Theilung der Gefäße nicht nach der Natur, sondern nur im Allgemeinen durch einige angebrachte Aestchen angezeigt ist. Die aus dem Herzen führenden, sowie die, aus dem Gewebe der Lunge zum Herzen zurückgehenden, arterielles Blut enthaltenden Gefäße sind durch eine Reihe, durch dieselben hindurchgehende kleine Striche, und die zum Herzen zurückkehrenden und die in die Lunge sich verbreitenden, venöses Blut führenden Gefäße durch eine Reihe von Punkten bezeichnet. Der eine Wendepunkt der Bahnen ist überall in den Capillargefäßen der Organe, was durch das, in der Zeichnung an dem nntern Ende der Figur angebrachte, Capillargefäßnez bezeichnet ist, und der andere Wendepunkt ist in den Lungen, was durch das, am obern Ende der Figur gezeichnete Gefäßnetz darge-

stellt ist. In dem Unterleibe theilt sich aber die zum Herzen zurückführende Blutbahn von Neuem in ein Capillarnetz, in der Leber, was in der Zeichnung durch die im mittleren Raum gezeichneten Gefäße versinnlichet wird.

Figur 2 bis 5. Schematische Zeichnungen über den Mechanismus der zweispitzigen Klappe, am Eingange in die linke Herzkammer.

Figur 6. Die Dotterkugel eines Froscheies vor dem Eintritt der Dotterspaltungen. In der obern Hälfte liegt die schwarzbraune Dottermasse, welche sich später zum animalen Blatte umwandelt, und in der untern Hälfte die weiße Dottermasse, welche zum vegetativen Blatt wird.

Figur 7. Das Hundeei, während der Befruchtung (nach Bischoff). Die Samenfädchen, welche bis in den Eileiter gelangt sind, befinden sich in Berührung mit der Dotterkugel.

Figur 8 bis 13. Die Dotterkugel des Froscheies, in den Spaltungen begriffen. In Figur 8 ist die erste senkrechte Spaltung, wodurch der Dotter in zwei Hälften getheilt wird, abgebildet, in Figur 9 sind die zwei ersten senkrechten Spaltungen gezeichnet, in Figur 10 die zwei ersten senkrechten und die erste Horizontalspaltung, wodurch im Dotter sich ein oberer Theil von einem untern abgrenzt und das Ganze in acht Theile sich spaltet. In Figur 11, 12 und 13 sind die nun folgenden Dotterfurchungen bis zur Maulbeerform dargestellt.

Figur 14. Ein Eidotter nach Vollendung und Ausgleichung der Dotterspaltungen, von unten betrachtet. Die schwarzbraune Dottermasse oder das animale Blatt hat sich, mit Ausnahme einer bis jetzt noch frei gelassenen runden Stelle, am untern Theile des Dotters ganz um die weisse Dottermasse oder das vegetative Blatt herumgezogen. An der untersten Stelle sieht man durch eine runde Oeffnung im animalen Blatte die weiße Dottermasse.

Figur 15. Die Abgrenzung des Kopfes und des Rückens des Thieres auf der obern und der einen seitlichen Wölbung des Dotters. Man sieht die innern und die äußern Wülstchen. Die s. g. Rückenplatten stehen noch offen.

Figur 16. Das Thier ist länglich rund geworden, mit hervordringendem Kopfende. Die Rückenplatten sind geschlossen.

Figur 17. An dem Thiere, welches schon beträchtlich gewachsen ist, ohne bis jetzt Nahrung durch den Mund zu sich genommen zu haben, erkennt man schon, mit Ausschluß der Gliedmaßen, die Hauptkörpertheile, nämlich den Kopf, mit den hervorwachsenden Kiemen, den Rücken des Thieres mit den Wirbelabtheilungen, und den Bauch. Es befindet sich die Froschlarve noch in der Dotterhaut.

Figur 18. Das den Fruchthof enthaltende Stück der Keimblase aus dem befruchteten Eie eines Hundes (nach Bischoff). Bei den Säugethieren bildet sich nicht, wie bei dem Frosche, die ganze Dotterkugel unmittelbar zur Frucht um, sondern es grenzt sich das Thier in einer kleinen Stelle, der Keimstelle, von dem übrigen Dotter ab, und zieht allmälig den ganzen Dotter, über welchen sich, von der Keimstelle aus, die Keimhaut ausbreitet, zu seiner Ernährung an sich. Man sieht in der vorliegenden Zeichnung ein Stück der herausgeschnittenen Keimhaut, in welcher sich die Keimstelle befindet, in der sich die Frucht abgegrenzt hat. Die innere, beinahe birnförmige Figur ist das junge Thier (Embryo), welches aber bis jetzt nur in der abgegrenzten Masse, mit der Primitivrinne in der Mitte, besteht. Den Raum der Keimstelle um den Embryo herum nennt man den Fruchthof. Es stellt diese Figur die Entwicklungsstufe dar, welche in den Abbildungen über das Froschei der Figur 15 unmittelbar vorausgeht, da in dieser Zeichnung die abgegrenzte Figur schon zwei Paar Wülstchen zeigt, während in der vorliegenden Zeichnung erst das erste Paar sich gebildet hat.

Figur 19. Der Embryo eines Hundes in weiterer Entwicklung (nach Bischoff). Er ist zum Theil von dem Gefäßblatt bedeckt. In dem Kopfe bemerkt man die Hirnzellen. An der vordern Hirnzelle sieht man das Auge als einen hellen elliptischen Ring. Das Ohrbläschen, neben der dritten ursprünglichen Gehirnzelle, zeigt eine zapfenförmige Verlängerung nach dieser hin. Es sind vier Visceralbogen gebildet (welche auch die Kiemen enthalten). An der Basis des ersteren bemerkt man einen vorderen Fortsatz, welcher bestimmt ist, die Oberkiefergebilde darzustellen. An dem Herzen sind die einzelnen Abtheilungen, Herzkammern nnd Ohren, schon stärker entwickelt. Die obere Extremität ist in Form eines kleinen Zapfens, ungefähr in der Mitte des Körpers, hervorgebrochen. Der Darm steht im ganzen mittleren Theile in einer Rinne offen; hier haben sich das Gefäß- und vegetative Blatt noch nicht geschlossen. Aus dem untern Ende des Embryo sieht die kleine Allantois hervor. Am Rücken sieht man die Abtheilung in Wirbel.

Figur 20. Ein von J. Müller abgebildeter menschlicher Embryo. Man sieht das Gehirn und Rückenmark durch die allgemeinen Decken hierdurch ausgedrückt, das linke Auge, vier Visceralbögen, das Herz, die Leber, einen Rest der Nabelstrangscheide, die Dotterblase, und die hervorsprossenden Gliedmaßen der linken Seite.

Figur 21. Eine menschliche Frucht in der s. g. Glückshaube. Die Eihäute sind auf der einen Seite aufgeschnitten. Es ist die Lage des hier, nach einem Präparat der hiesigen Sammlung abgebildeten Embryos die nämliche, welche das Kind unmittelber vor der Geburt einnimmt.

Figur 22. Dotter aus einem vollkommen reifen Froschei. Es besteht derselbe aus großen plattenförmigen Körperchen und kleinern, mehr runden Dotterkörnern, bis zu den feinsten Molecularkörnern.

Figur 23. Keimkugeln oder Bildungszellen, aus den letzten Dotterklüftungen unmittelbar entstanden, aus einem Froscheie. Die schwarzen und kleineren Kugeln sind aus dem animalen Blatte, die weißlichen und größern Kugeln aus dem Visceralblatte.

Figur 24. Eine solche Keimkugel oder Bildungszelle, auf welche ein leichter Druck ausgeübt wurde, so daß man den Kern sieht.

Figur 25. Weiter entwickelte Bildungszellen, aus einem Froscheie. Man sieht im Innern der Zelle einen durchsichtigen Zellenkern mit einem Kernkörperchen, und mit einem dunkeln Körnerhäufchen.

Figur 26. Eine Zelle, welche durch Aufquillen im Wasser vergrößert ist, und deren Zellenwandung ein granulirtes Gefüge zeigt.

Figur 27. Eine Zelle, deren Kern zwei Kernkörperchen (Nucleoli) zeigt.

Figur 28. Eine geplatzte Bildungszelle, in welcher man den Kern und ein Körnerhäufchen sieht. Aus dem Innern ergießen sich Körner, und die Zellenwandung löst sich in feine runde Körperchen auf.

Figur 29. Diese feine Körperchen, stark vergrößert. Sie besitzen in der Mitte ein Kernchen.

Figur 30. Vollkommen entwickeltes Froschblut. Die Umwandlung der Bildungszellen von Figur 23 an bis Figur 28 ist im ganzen Körper beinahe die nämliche. Die frei sich bewegenden Bildungszellen, welche zu Blutzellen werden, verlieren allmälig die Körner in ihrem Innern und auch das granulirte Gefüge der Zellenwandung, und werden dadurch allmälig sehr durchscheinend. Es platten sich die Zellen sodann ab, werden scheibenartig und zuletzt elliptisch, während sie sich nach und nach gelb und endlich roth färben.

Figur 31. Eine Hülse mit mehreren Blutkörperchen verschiedener Entwicklung in ihrem Innern, aus der Milz einer ganz jungen Froschlarve.

Figur 32. Schematische Zeichnung von der Vervielfältigung einer Zelle, vom Kernkörperchen ausgehend.

Zweite Tafel.

Figur 1. Eine halbschematische Figur, in welcher dem Nichtarzte die Lage der wichtigsten Körpertheile im Allgemeinen bezeichnet wird. — Um den Zweck erreichen zu können, konnte man sich nicht immer genau an die Wirklichkeit halten, z. B. die linke Lunge über das Herz herrunterragend und die Leber den Magen zu einem großen Theile bedeckend zeichnen, weil man sonst weder das Herz noch den Magen genügend hätte kenntlich machen können. — Die Figur wendet dem Beschauenden den Rücken und den größeren Theil der linken Körperseite zu. Die Rückenwirbel sind zum Theil geöffnet, so daß man das Rückenmark in seiner Lage sehen kann. Theilweise sind die aus dem Rückenmarke entspringenden Nerven sichtbar. Nach unten löst sich das Rückenmark in einen (hier nur theilweise gezeichneten) Bündel Nerven auf, den man den Pferdeschweif (Cauda equina) nennt. Der Kopf der Figur ist so gedreht, daß die linke Seite desselben vollständig sichtbar ist. Die Schädelhöhle ist geöffnet und das Gehirn in einem senkrechten Durchschnitt dargestellt, so daß die rechte Hälfte desselben sichtbar ist. Man sieht den Uebergang des Rückenmarkes in das verlängerte Mark, weiter nach oben die Varol'sche Brücke, und hinter und über derselben das kleine Gehirn in einem Durchschnitte, mit der schönen Zeichnung des s. g. Lebensbaumes. Ueber diesen Theilen bemerkt man theilweise die nach vorn und oben von der Varol'schen Brücke liegenden

Organe des großen Gehirnes, bis zur Scheidewand der beiden seitlichen Hirnhöhlen und zum Balken (große Commissur), und über ihnen die Windungen der Hemisphäre.

Am Halse sieht man die, vor der Speiseröhre liegende, Luftröhre mit dem Kehlkopfe. Man erkennt, daß, wenn die Speisen aus der Mundhöhle in die Speiseröhre gelangen wollen, dieselben den Kehlkopfdeckel abwärts drücken müssen, und daß sie auf diese Weise die Schließung der Eingangsmündung zum Kehlkopfe herbeiführen.

In der Brusthöhle, deren Wandung nur noch durch die abgeschnittenen Rippen bezeichnet ist, sieht man, nach vorn von den Schulterblättern, die beiden Lungenflügel und auf der linken Seite das Herz. — Zwischen der Brusthöhle und der Unterleibshöhle nimmt man auf beiden Seiten der Figur das Zwerchfell wahr.

In der Bauchhöhle zeigt sich auf der linken Seite unter dem Zwerchfell der linke Rand der Leber, welcher den nach rechts liegenden Theil des Magens bedeckt. Den übrigen Theil unter dem Zwerchfelle nimmt auf der linken Seite der Magen ein, in welchen die durch die Brusthöhle herabsteigende Speiseröhre sich öffnet. An die linke Seite des Magens grenzt die Milz. Nach unten von ihr liegt die linke Niere. Die übrigen Theile der linken Seite nehmen oberhalb des Beckens die dicken und dünnen Gedärme ein. Im Becken sieht man die, von dessen Ausgang nach oben steigende, Scheide, über ihr den Fruchthälter, und nach vorn einen Theil der Harnblase. — Auf der rechten Seite der Figur wird man oben im Unterleibe, unterhalb dem Zwerchfell liegend, die Leber, ungefähr in der Mitte, zunächst der Wirbelsäule die rechte Niere, und im übrigen Raume Gedärme gewahr.

Figur 2. Blut- und Lymphkörperchen vom Menschen. Die Blutkörperchen sind theils einzeln liegend dargestellt, theils geldrollenförmig an einander geklebt.

Figur 3. Nervenröhren.

Figur 4. Nervenröhren, gequetscht, so daß der Axencylinder hervorsteht.

Figur 5. Eine Ganglienkugel.

Figur 6. Ein Gefühlswärzchen. Im obern Theile liegt ein Tastkörperchen, um welches sich ein Nerve schlingt, im untern Theile eine Gefäßschlinge.

Figur 7. Ein Paccinisches Körperchen. Man sieht in seinem Innern das Ende eines, in dasselbe eingehenden, Nervens.

Figur 8. Ein Bündel quergestreifter Muskelfasern.

Figur 9. Eine glatte Muskelfaser, oder kontractile Faserzelle, mit einem Kerne.

Figur 10. Querdurchschnitt eines Knochenstückchens. Man sieht in ihm Haversi'sche Kanäle im Quer- und Längendurchschnitt und Knochenhöhlen.

Figur 11. Isolirte Knochenhöhlen mit ihren Ausläufern.

Figur 12. Knorpel mit homogener Grundsubstanz und einigen Knorpelzellen.

Figur 13. Bindegewebe mit elastischen Fasern.

Figur 14. Ein Klümpchen Fettzellen.

Figur 15. Pflasterepithelium.

Figur 16. Cylinderepithelium.

Figur 17. Flimmerepithelium.

Figur 18. Epidermialplättchen.

Figur 19. Ein Haar, in seiner Stellung in der Haut. Die Wurzel des Haares umfängt die Haarpulpe, s. g. Haarkeim, ungefähr wie ein Fingerhut den Finger. Der s. g. Haarbalg und die Haarpulpe sind Theile der Lederhaut. Zu beiden Seiten des Haares sieht man zwei Talgdrüsen.

Figur 20. Ein Follikelhaufen aus einer Mandel mit den Epithelialplättchen als Umkleidung des Raumes zwischen denselben.

Figur 21. Eine Schweißdrüse.

Figur 22. Eine Brunner'sche Drüse, aus der Schleimhaut des Zwölffingerdarms.

Figur 23. Schematische Zeichnung über die Brechung der Lichtstrahlen im Auge.

Figur 24. Die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Kanäle des Ohres.

Figur 25. Der Hammer.

Figur 26. Der Ambos.

Figur 27. Der Steigbügel.

Figur 22. Eine Brunner'sche Drüse, aus der Schleimhaut des Zwölffingerdarms.

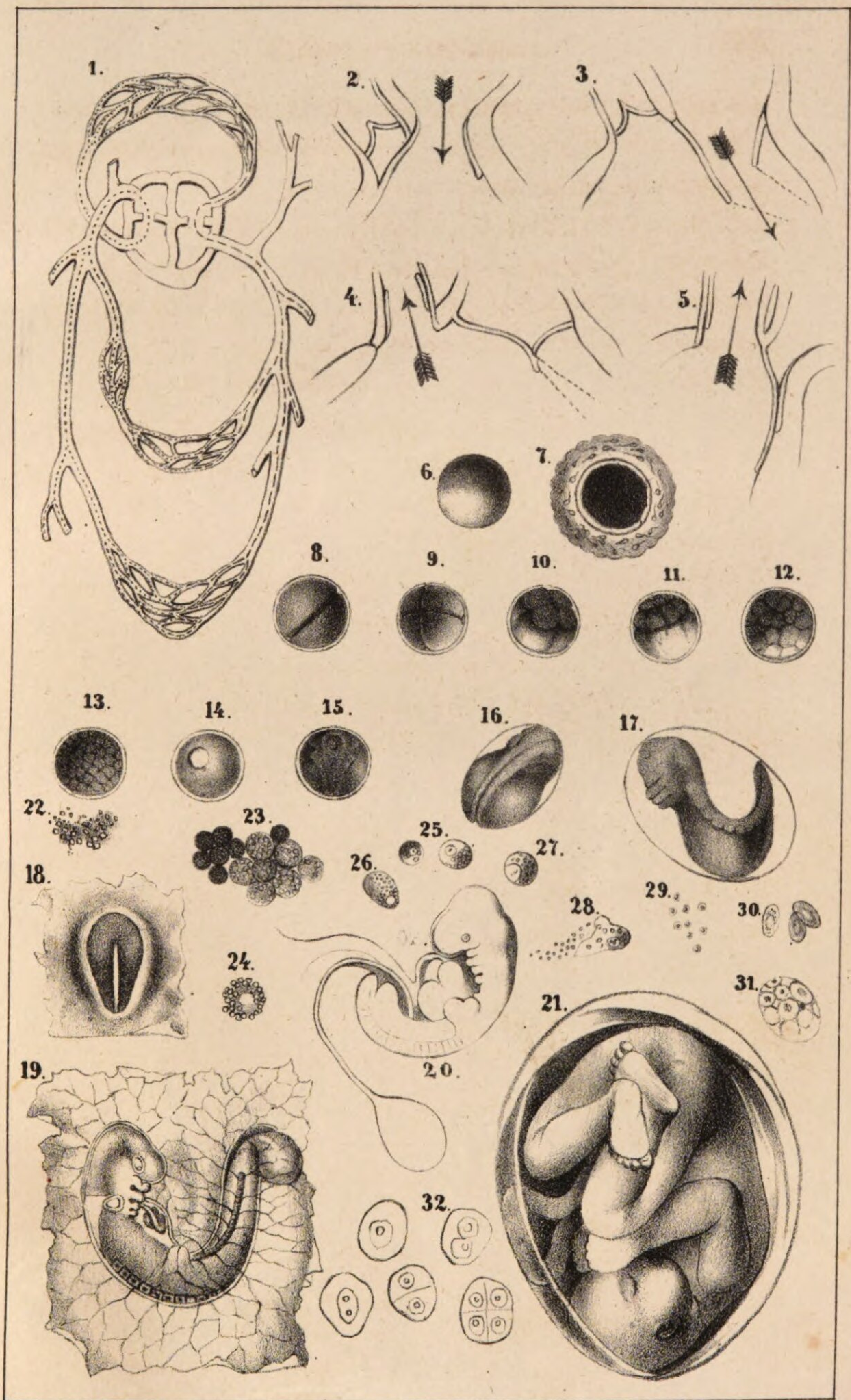
Figur 23. Schematische Zeichnung über die Brechung der Lichtstrahlen im Auge.

Figur 24. Die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Kanäle des Ohres.

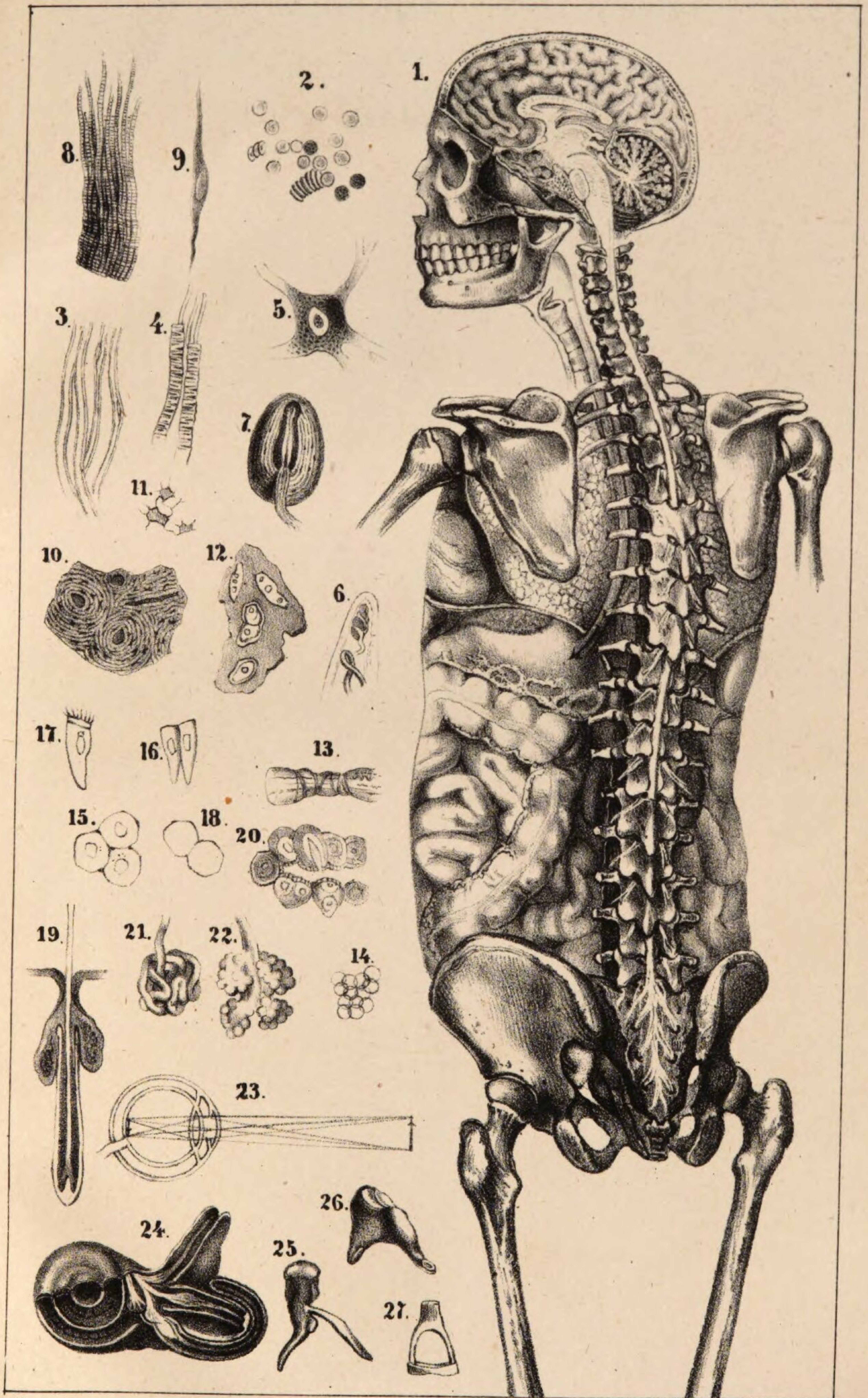
Figur 25. Der Hammer.

Figur 26. Der Amboß.

Figur 27. Der Steigbügel.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
22.
23.
25.
26.
27.
18.
28.
29.
30.
24.
31.
21.
20.
19.
32.

Gez. v. Lerch.



Gez. v. Lerch.

Lith. v. A. Straub in Freiburg i/B.